

(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
2013 年 9 月 12 日(12.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/132829 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/001341
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 5 日(05.03.2013)
- (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 2012-048038 2012 年 3 月 5 日(05.03.2012) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). 株式会社スミハツ (SUMIHATSU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1010032 東京都千代田区岩本町 3 丁目 5 番 5 号 Tokyo (JP). 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 1 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 本庄 稔 (HONJO, Minoru); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 上井清史 (UWAI, Kiyoshi); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 三田尾 眞司 (MITAO, Shinji); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 山下 勝俊 (YAMASHITA, Katsutoshi); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 津留 高英 (TSURU, Koei); 〒1010032 東京都千代田区岩本町 3 丁目 5 番 5 号 株式会社スミハツ内 Tokyo (JP). 加藤 忠一

(KATO, Tadakazu); 〒1010032 東京都千代田区岩本町 3 丁目 5 番 5 号 株式会社スミハツ内 Tokyo (JP). 丹下 彰 (TANGE, Akira); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (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 3 6 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, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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), ユーロパ (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, 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: SPRING STEEL

(54) 発明の名称: ばね鋼

(57) Abstract: Provided is a high-strength spring steel which has excellent decarburization resistance wherein the continuously cast material does not undergo breakage, which is achieved by appropriately adjusting the added amount of Sb, Sn, Bi, As, Ga, Te and In, in addition to C, Si, Mn and Cr, with respect to the conventional high-strength spring steel. C, Si, Mn, Cr, P, S and O are added and one or more selected from Sb, Sn, Bi, As, Ga, Te and In is/are added under the predetermined conditions.

(57) 要約: 従来の高強度ばね鋼に対して、C、Si、Mn および Cr に加えて、Sb、Sn、Bi、As、Ga、Te および In の添加量の適正化を行うことによって、耐脱炭性に優れ、かつ連続鑄造後の素材に割れの発生しない高強度ばね鋼を提供する。C、Si、Mn、Cr、P、S および O を含有し、Sb、Sn、Bi、As、Ga、Te、In のうちから選ばれる 1 種または 2 種以上を、所定の条件下に含有する。



WO 2013/132829 A1

明 細 書

発明の名称：ばね鋼

技術分野

[0001] 本発明は、例えば自動車用の足回り部品である懸架ばね、トーションバーおよびスタビライザーなどの素材となる高強度ばね鋼や建設機械用、鉄道車両用のばねとして好適な、高強度ばね鋼に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、地球環境問題の観点から、二酸化炭素排出量の削減が要望されており、自動車、建設機械や鉄道車両の軽量化の要望がますます高くなっている。特に、これらで使用されるばねの軽量化に対する要望が強く、焼入れ－焼戻し後の強度が1700MPa以上となる、高強度化した素材を用いた高応力設計が適用されている。

[0003] 汎用的なばね用鋼は、JIS G4801などに規定される、焼入れ－焼戻し後の強度が1600～1700MPa程度のものであり、熱間圧延で所定の線材に製造後、熱間成形ばねの場合はばね状に加熱成形してから焼入れ－焼戻し処理を行い、冷間成形ばねの場合は、引き抜き加工後、焼入れ－焼戻し処理を行い、ばね状に成形される。

[0004] 例えば、熱間成形ばねの場合は、焼入れ－焼戻し後、ショットピーニングによりばねの表面に圧縮残留応力を付与して、ばねの耐疲労特性の改善を図っている。

[0005] 上述したばねにおいては、これまで一般的に使用されている素材として、JIS G4801に記載のSUP9Aがある。SUP9Aは熱間にてばね状に成形したのちに、耐疲労特性向上を目的にショットピーニングによって表面に圧縮残留応力が付与される。しかしながら、SUP9Aでは、熱間圧延で所定の線材に製造する際、また、ばね状に成形するための加熱の際に、表層のCが減少し、全脱炭が生じることから、ばね製造後の表面の硬度が低下しやすく、ショットピーニングによる圧縮残留応力の付与が十分ではなく、その結果、ばねと

しての特性（特に、疲労特性）に悪影響を与えることになる。

[0006] すなわち、ばね鋼では、少なくとも1回以上加熱されるため、表層のCが減少し全脱炭が生じる。ここで、脱炭層に関してJIS G0558では、「全脱炭層深さ」、「フェライト脱炭層深さ」、「特定残炭率脱炭層深さ」および「実用脱炭層深さ」の4種類の脱炭層深さが定義されている。ばね鋼の脱炭では、「フェライト脱炭層」と「実用脱炭層」の2種類の脱炭層が問題となる。フェライト脱炭層は、C量がほぼゼロとなり、加熱後急冷してもフェライトに変態してフェライト組織となっている層のことであり、実用脱炭層は、C量はゼロにならないものの母材のC量に比べてC量が低下し、加熱後急冷した場合に母材に比べて硬さが低下するが、実用上差し支えない硬さが得られる層のことである。ばね鋼では、鋼材の表面側にフェライト脱炭層が生成し、このフェライト脱炭層の深さ方向に隣接して実用脱炭層が生じるか、あるいは、成分系によっては、フェライト脱炭層は生成しないが、実用脱炭層が生じる。そして、本発明において、「全脱炭」とは、実用脱炭を意味するものである。

上述したように、このような全脱炭が鋼材表面近傍に生成すると、ショットピーニングによる圧縮残留応力の付与を十分に行うことができず、その結果、ばねとしての特性、特に疲労特性に悪影響を与えるという問題が生じる。

[0007] そこで、上記問題を克服するため、いくつかの提案がなされている。

特許文献1には、C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Cr、Mo、V、Nb、Ti、Al、NおよびBの添加量を制御し、As、SnおよびSbの合計の添加量、ならびにCuとNiの添加量を制御することにより、低脱炭および耐遅れ破壊特性に優れた高強度ばね鋼が開示されている。特許文献1には、As、SnおよびSbの合計の添加量と脱炭深さの関係が記載されているが、As、SnおよびSbの合計の添加量を適正化してもフェライト脱炭を抑制するには至っておらず、このことから、フェライト脱炭の内層側に生成する全脱炭も抑制することができるとは限らない。

[0008] 特許文献2には、C、Si、Mn、Sb、AsおよびSnの添加量を最適化することにより脱炭を抑制した、ばね鋼が開示されている。特許文献2には、As、SnおよびSbの添加量ならびにAs、SnおよびSbの合計の添加量と脱炭深さの関係が掲載されているが、As、SnおよびSbの合計の添加量を適正化してもフェライト脱炭を抑制するには至っておらず、このことから、フェライト脱炭層の内側に生成する全脱炭も抑制することができるとは限らない。

[0009] また、特許文献1や特許文献2に開示されている範囲で、As、SnおよびSbを添加すると、連続鋳造後の素材に割れが生じる場合があり、この割れの発生を極力抑制できるばね鋼が求められていた。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2003-105496号公報

特許文献2：特開昭61-183442号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 上述の通り、二酸化炭素排出量の削減の観点から、自動車、建設機械および鉄道車両などに供する、ばねの更なる高強度化が課題となっていた。しかしながら、熱間圧延で所定の線材に製造する際、また、ばね状に成形するための加熱の際に、表層のCが減少し、全脱炭、すなわち、フェライト脱炭に伴って該フェライト脱炭層に隣接して生成する実用脱炭、あるいは、フェライト脱炭を伴わない実用脱炭が生じることから、ばね製造後の表面の硬度が低下しやすく、ショットピーニングによる圧縮残留応力の付与が十分に行われない結果、ばねとしての特性、特に耐疲労特性に悪影響を与えることが問題となっていた。さらに、上記した連続鋳造時の割れの発生も問題であった。

[0012] 本発明は、このような課題を解決すべくなされたものであり、従来の高強度ばね鋼に対して、C、Si、MnおよびCrに加えて、Sb、Sn、Bi、As、Ga、Te

およびInの添加量の適正化を行うことによって、耐脱炭性に優れ、かつ連続
 鑄造後の素材に割れの発生しない高強度ばね鋼を提供しようとするものであ
 る。

課題を解決するための手段

[0013] 発明者らは、脱炭を抑制するためには、脱炭抑制元素と脱炭促進元素の添
 加比率を最適化することが重要であると着想した。そして、前記課題を解決
 するため、C、Si、MnおよびCrに加えて、Sb、Sn、Bi、As、Ga、Te、およびI
 nの添加量と、下記（１）式で表されるTDL値、（２）式で表されるHB値、並
 びに（３）式で表されるHD値とに着目した。すなわち、C、Si、MnおよびCrの
 添加量の最適化によりばね鋼として必要な諸特性を確保でき、また、TDL値す
 なわち、全脱炭の促進を支配している元素と同抑制を支配している元素との
 添加比率を特定することで全脱炭を抑制でき、HB値すなわち連続鑄造後の素
 材の割れ抑制のために制御する必要がある合金元素の総和に上限を設け、さ
 らにはHD値すなわち全脱炭の促進を支配している元素と、全脱炭の抑制を支
 配する元素の中でも、連続鑄造後の素材の割れを生じ易くする元素との添加
 比率を特定することにより、全脱炭の抑制ならびに連続鑄造後の素材の割れ
 の防止が図れるのではないかと考えた。

記

$$TDL=[Si]/\{100\times[C]\times([Sb]+[Sn]+[Bi]+[As]+[Ga]+[Te]+[In])\} \quad \dots$$

（１）

$$HB=[Sb]+[Sn]+[Bi]+[As]+[Ga]+[Te]+[In] \quad \dots \quad (2)$$

$$HD=[Si]/\{10\times([Sb]+[Sn]+[Bi]+[As]+[Ga]+[Te]+[In])\} \quad \dots \quad (3)$$

但し、[] は該括弧内成分の含有量（質量％）

[0014] そこで、発明者らは、前記課題を解決するため、C、Si、MnおよびCrに加
 えて、Sb、Sn、Bi、As、Ga、TeおよびInの添加量を変化させ、かつ上記（１）
 ）式で表されるTDL値、（２）式で表されるHB値、さらに、（３）式で表され
 るHD値を変化させた高強度ばね鋼を作製し、その耐脱炭性や連続鑄造後の素
 材の割れについて鋭意調査した。その結果、C、Si、Mn、CrおよびSb、Sn、Bi

、As、Ga、Te、Inの添加量、並びにTDL値、HB値、HD値を特定範囲に制御することによって、耐脱炭性が向上し、さらには、連続鑄造後の素材の割れを抑制できることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0015] すなわち、本発明の要旨構成は、以下のとおりである。

1. C : 0.35質量%超0.65質量%未満、

Si : 0.15質量%以上0.70質量%以下

Mn : 0.10質量%以上1.00質量%以下、

Cr : 0.01質量%以上1.50質量%以下、

P : 0.025質量%以下、

S : 0.025質量%以下および

O : 0.0015質量%以下

を含有し、

Sb : 0.001質量%超0.05質量%以下、

Sn : 0.001質量%以上0.05質量%以下、

Bi : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、

As : 0.001質量%以上0.05質量%以下、

Ga : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、

Te : 0.0001質量%以上0.01質量%以下および

In : 0.0001質量%以上0.01質量%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有し、下記(1)式で算出されるTDL値が1.30以下、下記(2)式で算出されるHB値が0.05質量%以下および、下記(3)式で表されるHD値が0.45以上の条件下に含有し、残部不可避免的不純物およびFeの成分組成を有するばね鋼。

記

$$TDL = [Si] / \{100 \times [C] \times ([Sb] + [Sn] + [Bi] + [As] + [Ga] + [Te] + [In])\} \quad \dots$$

(1)

$$HB = [Sb] + [Sn] + [Bi] + [As] + [Ga] + [Te] + [In] \quad \dots (2)$$

$$HD = [Si] / \{10 \times ([Sb] + [Sn] + [Bi] + [As] + [Ga] + [Te] + [In])\} \quad \dots (3)$$

但し、[] は該括弧内成分の含有量（質量％）

[0016] なお、Sb、Sn、Bi、As、Ga、TeおよびInについては、添加しない場合には 0（ゼロ）として取り扱い、積極的に添加した場合にはその含有量（質量％）、の値を用いるものとする。

[0017] 2. 前記成分組成は、さらに、

Al : 0.50質量％以下、

Cu : 1.0質量％以下、

Ni : 2.0質量％以下、

W : 2.0質量％以下、

Nb : 0.1質量％以下、

Ti : 0.2質量％以下、

V : 0.5質量％以下、

Mo : 1.0質量％以下および

B : 0.005質量％以下

のうちから選ばれる 1 種または 2 種以上を含有する前記 1 に記載のばね鋼。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、従来の高強度ばね鋼に比べて遥かに優れた耐脱炭性を有する高強度ばね鋼を、安定して提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]連続鋳造後の素材の割れを評価するための試験片形状を示した図である。

[図2]連続鋳造後の素材の割れを評価するための熱パターンを示した図である。

発明を実施するための形態

[0020] 次に、本発明の高強度ばね鋼の成分組成並びにその製造条件について説明する。

C : 0.35質量％超0.65質量％未満

C は、必要な強度を確保するため必須の元素であり、0.35質量％以下では

所定の強度確保が難しく、また所定強度を確保するためには、合金元素の多量添加が必要となって、合金コストの上昇を招くことから、0.35質量%超とする。また、含有するC量が少ないと、脱炭を生成し易くなる。一方、0.65質量%以上の添加は靱性の低下を招く。以上のことから、C量は0.35質量%超0.65質量%未満とする。好ましくは0.36質量%以上0.64質量%以下とする。

[0021] Si : 0.15質量%以上0.70質量%以下

Siは、脱酸剤として、また、固溶強化や焼戻し軟化抵抗を向上させることにより鋼の強度を高め、鋼の耐へたり性を向上する元素であり、0.15質量%未満では所定の強度確保が難しく、また所定強度を確保するためには、合金元素の多量添加が必要となって、合金コストの上昇を招くことから、0.15質量%以上とする。しかし、Siは脱炭を促進する元素であり、0.70質量%を超える添加は全脱炭のみならずフェライト脱炭をも生成し易くなる。よって、Siの上限は0.70質量%とする。以上のことから、Si量は0.15質量%以上0.70質量%以下とする。好ましくは0.15質量%以上0.68質量%以下とする。

[0022] Mn : 0.10質量%以上1.00質量%以下

Mnは、鋼の焼入れ性を向上させ強度増加に有益であるため、0.01質量%以上添加する。しかし、1.00質量%を超える添加は、鋼を高強度化するため、母材靱性の低下を招く。よって、Mnの上限は、1.00質量%とする。以上のことから、Mn量は、0.10質量%以上1.00質量%以下とする。好ましくは0.20質量%以上とする。

[0023] P : 0.025質量%以下

S : 0.025質量%以下

PおよびSは、粒界に偏析して鋼の母材靱性の低下を招く。以上のことから、これらの元素はできるかぎり低減するのが好ましい。よって、PおよびSはいずれも0.025質量%以下とする。なお、工業的には、P、Sをそれぞれ0%とすることは困難であり、それぞれ、0.0002質量%以上含有されることが多い。

[0024] Cr : 0.01質量%以上1.50質量%以下

Crは、鋼の焼入れ性を向上させ強度を増加させる元素である。そのため、0.01質量%以上は添加する。一方で、1.50質量%超の添加は、鋼を高強度化するため、母材靱性の低下を招く。また、Crはピット底でのpHを低下させるため、耐孔食性を低下させる元素である。以上のことから、Cr量は0.01質量%以上1.50質量%以下とする。より好ましくは、0.05質量%以上である。

[0025] O : 0.0015質量%以下

Oは、SiやAlと結合し、硬質な酸化物系非金属介在物を形成して、ばねの特性の低下を招くため、可能な限り低い方が良いが、本発明では、0.0015質量%までは許容される。なお、工業的にはO含有量を0%とすることは困難であり、0.0003質量%以上含有されることが多い。

[0026] Sb : 0.001質量%超0.05質量%以下、Sn : 0.001質量%以上0.05質量%以下、Bi : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、As : 0.001質量%以上0.05質量%以下、Ga : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、Te : 0.0001質量%以上0.01質量%以下およびIn : 0.0001質量%以上0.01質量%以下のうちから選ばれる1種または2種以上

Sb、Sn、Bi、As、Ga、TeおよびInは、表層に濃化して表層のC量の低下を抑制する元素であり、Sbは、0.001質量%超にて、SnおよびAsは0.001質量%以上にて、またBi、Ga、Te、およびInは0.0001質量%以上にて添加する。しかし、Sb、SnおよびAsは0.05質量%を超えて、またBi、Ga、TeおよびInは0.01質量%を超えて、添加すると、これら成分が鋼中に偏析するようになり、ばねの特性の低下を招く。また、連続鋳造時やばね鋼の焼戻し時に液体金属となり、素材に割れを生じる可能性がある。以上のことから、Sb : 0.001質量%超0.05質量%以下、Sn : 0.001質量%以上0.05質量%以下、Bi : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、As : 0.001質量%以上0.05質量%以下、Ga : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、Te : 0.0001質量%以上0.01質量%以下およびIn : 0.0001質量%以上0.01質量%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を添加する。

[0027] TDL値（上記（１）式）：1.30以下

TDL値は、脱炭を抑制するための指数であり、TDL値が1.30超になることは、添加するSiの添加量が多いか、添加するC量やSb、Sn、Bi、As、Ga、Te、In量が少ないことであり、Si量が多くなれば脱炭が促進し、添加するC量やSb、Sn、Bi、As、Ga、Te、In量が少なくなれば、表層のCの低下を抑制できなくなり、やはり脱炭が促進する。以上のことから、TDL値は1.30以下とする。

[0028] HB値（上記（２）式）：0.05質量％以下

HB値は、連続鋳造後の素材の割れが生じないように制御する必要がある合金元素の総和を表しており、HB値が0.05質量％超になると、高温での延性が低下し、連続鋳造後の素材に割れが生じるようになる。以上のことから、HB値は0.05質量％以下とする。

[0029] HD値（上記（３）式）：0.45以上

HD値は、脱炭を抑制し、かつ連続鋳造後の素材の割れが生じないようにするための指数であり、HD値が0.45未満になると、添加するSi量に対して、脱炭抑制に必要な合金元素の添加量が多くなり、結晶粒界にこれら元素が集積し、高温での延性が低下するため、連続鋳造後の素材に割れが生じるようになる。以上のことから、HD値は0.45以上とする。

[0030] さらに、上記した基本成分に加えて、以下に示す各成分を適宜添加することが可能である。

Al：0.50質量％以下、Cu：1.0質量％以下およびNi：2.0質量％以下、W：2.0質量％以下、Nb：0.1質量％以下、Ti：0.2質量％以下およびV：0.5質量％以下、Mo：1.00質量％以下、B：0.005質量％以下のうちの１種または２種以上

[0031] CuおよびNiは、焼入れ性や焼戻し後の強度を高める元素であり、選択して添加することができる。このような効果を得るためには、CuおよびNiは0.005質量％以上で添加することが好ましい。しかし、Cuは1.0質量％およびNiは2.0質量％を超えて添加すると、却って合金コストが上昇するため、Cuは1.0質量％およびNiは2.0質量％を上限として添加するのが好ましい。

[0032] また、Alは脱酸剤として添加することができ、さらに、焼入れ時のオーステナイト粒成長を抑制することによって、強度の維持に有効な元素であるため、好ましくは0.01質量%以上で添加する。しかしながら、0.50質量%を超えて添加しても、その効果は飽和してコスト上昇を招く不利が生じる上、冷間でのコイリング性も低下する。よって、Alは0.50質量%を上限として添加することが好ましい。

[0033] W、Nb、TiおよびVは、いずれも焼入れ性や焼戻し後の鋼の強度を高める元素であり、必要とする強度に応じて選択して添加することができる。このような効果を得るためには、W、NbおよびTiは、それぞれ0.001質量%以上、Vは0.002質量%以上添加することが好ましい。しかし、Vは0.5質量%、Nbは0.1質量%およびTiは0.2質量%を超えて添加すると、鋼中に炭化物が多量に生成し、高強度化して靱性の低下を招く。Nb、TiおよびVは、それぞれ上記の値を上限として添加するのが好ましい。また、Wは2.0質量%を超えて添加すると、高強度化して靱性が低下し、合金コストの上昇を招く。よって、Wは、2.0質量%を上限として添加するのが好ましい。

[0034] Moは、焼入れ性や焼戻し後の強度を高める元素であり、選択して添加することができる。このような効果を得るためには、0.01質量%以上で添加することが好ましい。しかし、1.00質量%を超えて添加すると、却って合金コストが上昇するため、1.00質量%を上限として添加するのが好ましい。

[0035] Bは、焼入れ性の増大により焼戻し後の鋼の強度を高める元素であり、必要に応じて含有することができる。上記効果を得るためには、0.0002質量%以上で添加するのが好ましい。しかし、0.005質量%を超えて添加すると、冷間での加工性が劣化する。よって、Bは0.0002～0.005質量%の範囲で添加することが好ましい。

[0036] 以上の成分組成を有する鋼塊は、転炉による溶製においても真空溶製によるものでも使用できる。そして、鋼塊、スラブ、ブルームまたはビレットなどの素材は、加熱されて熱間圧延され、酸洗してスケール除去された後に伸線されて所定の太さに整えられ、ばね用鋼に供される。その後、熱間成形あ

るいは冷間成形にてばね鋼に製造される。

[0037] かくして得られた高強度ばね鋼は、安価に製造できるにも関わらず、優れた耐脱炭性ならびに連続鑄造性を有し、例えば自動車の足回り部品である懸架ばね、建設機械や鉄道車両などで使用される懸架ばねへの適用が可能である。

実施例 1

[0038] 表 1 に示した成分組成を有する鋼を真空溶解炉で溶製し、これらの鋼から製造した鋼塊を、1000℃に加熱後、熱間圧延を行い、直径42mmの棒鋼にした。加熱時の雰囲気は、大気雰囲気で実施したが、他の雰囲気（例えば、Mガス、LNG、都市ガス、COG+BFGのような混合ガス、COG、重油、窒素、アルゴンなど）を用いて加熱しても良い。熱間圧延後の棒鋼からミクロ組織観察用サンプル（直径42mm、長さ10mm）、引張試験用サンプルおよび靱性調査用サンプル（直径42mm、長さ150mm）を採取し、後述する方法で耐脱炭性、引張強度および靱性を調査した。連続鑄造性、すなわち、ばね鋼を連続鑄造した際に割れが生じるか否かは、実際に連続鑄造して行うのが好ましいが、ここでは、上述した直径42mmの棒鋼を、図 1 に示す試験片に加工し、後述する方法に従って連続鑄造の際の割れ発生の有無を模擬した調査を行った。試験片は、棒鋼の $1/4 D$ （ D は棒鋼の直径）位置から採取した。

[0039] [耐脱炭性]

耐脱炭性は、上述したミクロ組織観察用サンプルに対して熱処理を行い、表層からの硬度を測定することで評価した。評価方法は次のとおりである。大気雰囲気下で1000℃×15分加熱し、その後、60℃の油で冷却した。焼戻し条件は、大気雰囲気下で400℃×60分加熱し、その後、水冷した。その後、得られた試験片に対して、切断面（長手方向に対して垂直な直径42mmの断面：以下、C断面という）の組織観察を行うため、該試験片を樹脂に埋め込み、C断面を鏡面研磨後、硬度測定を行った。硬度測定は、JIS G0558「鋼の脱炭層深さ測定方法」に記載の硬さ試験による測定方法に従い測定した。すなわち、条件は次のとおりである。株式会社アカシ製の微小硬さ試験機（HM-11

5、ビッカース硬さ)にて、荷重0.98Nおよび25 μ mピッチで測定を実施した。得られた結果に対して、ビッカース硬さがHV400未満の領域を全脱炭深さと定義した。

[0040] [連続鋳造性]

連続鋳造性は、図1に示す試験片を、富士電波工機製のThermecMaster-Z試験機に供して、真空中で図2に示す熱パターンで熱間引張試験を行い、破断後の試験片の絞り値にて評価した。この絞り値が40%以上であれば、連続鋳造後の素材に割れが発生しないため、ここでは、絞り値が40%以上の場合、良好な連続鋳造性を有すると判断した。

[0041] [引張強度]

上述した直径42mmの棒鋼を、大気雰囲気下で970℃×30分加熱し、その後、60℃の油で冷却した。焼戻し条件は、大気雰囲気下で400℃×60分加熱し、その後、水冷した。次いで、得られた試験片に対して、1/4D(Dは棒鋼の直径)位置を中心としてASTM E8に記載の直径が6mmの引張試験片を採取し、評点間距離24mmおよび引張速度5mm/minで引張試験を実施し、引張強度を求めた。引張強度が1730MPa以上であれば、引張強度は良好とした。

[0042] [靱性]

上述した直径42mmの棒鋼を、大気雰囲気下で970℃×30分加熱し、その後、60℃の油で冷却した。焼戻し条件は、大気雰囲気下で400℃×60分加熱し、その後、水冷した。次いで、得られた試験片に対して、1/4D(Dは棒鋼の直径)位置を中心としてJIS Z2242に記載のUノッチ試験片を採取し、試験温度20℃で衝撃試験を実施した。試験温度20℃での衝撃特性が20J/cm²以上であれば、靱性は良好とした。

[0043]

[表1]

鋼No.	化学成分 (mass%)													TDL値	HB値	HD値	備考
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Sb	Bi	As	Ga	Te	In	O			
A-1	0.60	0.25	0.85	0.010	0.010	0.85	-	-	-	-	-	-	-	0.0010	-	-	基準鋼
A-2	0.60	0.24	0.81	0.005	0.006	0.83	-	0.005	-	-	-	-	-	0.0009	0.800	0.005	4.80
A-3	0.53	0.23	0.35	0.006	0.005	1.05	0.020	0.010	-	-	-	-	-	0.0008	0.145	0.030	0.77
A-4	0.36	0.69	0.98	0.007	0.007	1.45	0.045	-	-	-	-	-	-	0.0007	0.426	0.045	1.53
A-5	0.37	0.68	0.99	0.009	0.005	1.41	-	0.045	-	-	0.0010	-	-	0.0008	0.400	0.046	1.48
A-6	0.49	0.31	0.83	0.008	0.004	0.99	-	-	0.001	0.020	-	-	-	0.0006	0.301	0.021	1.48
A-7	0.65	0.16	0.42	0.006	0.005	0.15	-	0.002	-	-	-	0.0005	0.0005	0.0007	0.821	0.003	5.33
A-8	0.64	0.16	0.36	0.008	0.004	0.99	-	-	-	-	0.0020	-	-	0.0008	1.250	0.002	8.00
A-9	0.63	0.17	0.53	0.007	0.005	0.88	-	-	-	0.030	-	-	-	0.0006	0.090	0.003	0.57
A-10	0.64	0.16	0.65	0.008	0.006	0.81	-	-	0.0020	-	-	-	-	0.0007	1.250	0.002	8.00
A-11	0.64	0.15	0.61	0.007	0.007	0.89	-	-	-	-	-	-	0.0020	0.0008	1.172	0.002	7.50
A-12	0.50	0.20	0.85	0.008	0.007	1.10	-	0.010	-	-	-	-	-	0.0007	0.400	0.010	2.00
A-13	0.50	0.30	0.85	0.007	0.005	1.00	0.005	0.005	-	-	-	-	-	0.0006	0.600	0.010	3.00
A-14	0.54	0.20	0.86	0.009	0.004	1.09	-	0.010	-	-	-	-	-	0.0007	0.370	0.010	2.00
A-15	0.54	0.31	0.86	0.010	0.005	1.01	0.020	-	-	-	-	-	-	0.0007	0.287	0.020	1.55
A-16	0.43	0.53	0.77	0.008	0.004	0.35	-	0.045	-	-	-	-	-	0.0006	0.274	0.045	1.18
A-17	0.45	0.48	0.69	0.007	0.009	0.49	0.045	-	-	-	0.0010	-	-	0.0008	0.232	0.046	1.04
A-18	0.42	0.39	0.98	0.009	0.008	0.65	-	0.030	-	-	-	-	-	0.0008	0.310	0.030	1.30
A-19	0.48	0.75	0.77	0.005	0.004	0.81	-	0.014	-	-	-	-	-	0.0008	1.116	0.014	5.36
A-20	0.51	0.43	0.95	0.007	0.003	0.82	0.055	-	-	-	-	-	-	0.0009	0.153	0.055	0.78
A-21	0.48	0.63	0.77	0.005	0.005	0.91	-	0.060	-	-	-	-	-	0.0008	0.219	0.060	1.05
A-22	0.51	0.52	0.76	0.007	0.005	0.99	-	-	0.015	-	-	-	-	0.0007	0.680	0.015	3.47
A-23	0.45	0.65	0.76	0.007	0.006	0.87	-	-	-	0.210	-	-	-	0.0010	0.069	0.210	0.31
A-24	0.41	0.69	0.75	0.005	0.005	0.99	-	-	-	-	0.0150	-	-	0.0009	1.122	0.015	4.60
A-25	0.43	0.45	0.77	0.007	0.006	0.85	-	-	-	-	-	0.016	-	0.0007	0.654	0.016	2.81
A-26	0.45	0.48	0.75	0.009	0.006	0.87	-	-	-	-	-	-	0.016	0.0008	0.667	0.016	3.00
A-27	0.36	0.69	0.98	0.007	0.004	0.99	0.009	0.005	-	-	-	-	-	0.0008	1.369	0.014	4.93
A-28	0.63	0.22	0.81	0.006	0.003	0.91	0.035	0.025	-	-	-	-	-	0.0009	0.058	0.060	0.37
A-29	0.53	0.23	0.35	0.005	0.001	1.05	0.020	0.030	-	-	-	-	-	0.0008	0.087	0.050	0.46
A-30	0.53	0.16	0.40	0.006	0.002	1.00	-	0.040	-	-	-	-	-	0.0009	0.075	0.040	0.40
A-31	0.35	0.60	0.55	0.005	0.001	1.01	-	0.015	-	-	-	-	-	0.0008	1.143	0.015	4.00
A-32	0.65	0.31	0.60	0.004	0.003	1.35	0.020	-	-	-	-	-	-	0.0008	0.238	0.020	1.55
A-33	0.52	0.31	0.09	0.008	0.002	1.00	-	0.018	-	-	-	-	-	0.0009	0.331	0.018	1.72
A-34	0.51	0.29	1.01	0.007	0.002	0.99	-	0.017	-	-	-	-	-	0.0010	0.334	0.017	1.71
A-35	0.53	0.23	0.92	0.006	0.003	0.00	-	0.019	-	-	-	-	-	0.0009	0.228	0.019	1.21
A-36	0.52	0.26	0.30	0.008	0.005	1.51	-	0.016	-	-	-	-	-	0.0008	0.313	0.016	1.63
A-37	0.51	0.29	0.35	0.006	0.004	1.02	-	0.018	-	-	-	-	-	0.0016	0.316	0.018	1.61

[表1]

[0044] 表2に、全脱炭の深さおよび絞り値の各結果を示した。本発明に従う成分組成、さらにTDL値およびHB値を満たす、A-2～A-18およびA-29の鋼は、全脱炭の発生がなく、また、絞り値も40%以上あり、良好な耐脱炭性および連続鋳造性を有していることが分かる。これに対して、成分組成、TDL値、HB値およびHD値のうちのいずれかが本発明の範囲外であるA-19～A-28、およびA-30の鋼は、全脱炭が発生しているか、あるいは、絞り値が40%未満であることが分かる。また、C、Mn、Cr、Oのいずれかが本発明の範囲外であるA-31～A-37の鋼は、全脱炭が発生しているか、引張強度が低下しているか、あるいは、靱性が低下していることがわかる。

[0045]

[表2]

[表2]

鋼No.	TDL値	HB値	HD値	全脱炭深さ (mm)	絞り値 (%)	引張強度 (MPa)	靱性 (J/cm ²)	備考
A-1	-	-	-	0.075	40.0	1824	12.7	基準鋼
A-2	0.800	0.005	4.80	0.000	40.9	1813	31.1	発明鋼
A-3	0.145	0.030	0.77	0.000	40.3	1801	32.3	発明鋼
A-4	0.426	0.045	1.53	0.000	40.1	1794	33.1	発明鋼
A-5	0.400	0.046	1.48	0.000	40.8	1798	33.2	発明鋼
A-6	0.301	0.021	1.48	0.000	40.9	1792	33.1	発明鋼
A-7	0.821	0.003	5.33	0.000	41.1	1760	34.2	発明鋼
A-8	1.250	0.002	8.00	0.000	41.3	1856	30.8	発明鋼
A-9	0.090	0.003	0.57	0.000	40.2	1853	30.9	発明鋼
A-10	1.250	0.002	8.00	0.000	41.1	1869	30.7	発明鋼
A-11	1.172	0.002	7.50	0.000	41.3	1877	30.6	発明鋼
A-12	0.400	0.010	2.00	0.000	40.5	1822	31.1	発明鋼
A-13	0.600	0.010	3.00	0.000	40.5	1806	31.5	発明鋼
A-14	0.370	0.010	2.00	0.000	40.3	1861	30.1	発明鋼
A-15	0.287	0.020	1.55	0.000	40.4	1850	30.3	発明鋼
A-16	0.274	0.045	1.18	0.000	40.1	1754	33.6	発明鋼
A-17	0.232	0.046	1.04	0.000	40.1	1767	33.4	発明鋼
A-18	0.310	0.030	1.30	0.000	40.4	1783	33.1	発明鋼
A-19	1.116	0.014	5.36	0.125	40.3	1734	33.6	比較鋼
A-20	0.153	0.055	0.78	0.000	28.5	1802	32.5	比較鋼
A-21	0.219	0.060	1.05	0.000	28.6	1769	33.1	比較鋼
A-22	0.680	0.015	3.47	0.000	31.3	1808	32.3	比較鋼
A-23	0.069	0.210	0.31	0.000	27.9	1781	33.5	比較鋼
A-24	1.122	0.015	4.60	0.000	36.5	1765	33.5	比較鋼
A-25	0.654	0.016	2.81	0.000	36.4	1770	33.1	比較鋼
A-26	0.667	0.016	3.00	0.000	36.1	1772	33.2	比較鋼
A-27	1.369	0.014	4.93	0.125	40.1	1723	33.5	比較鋼
A-28	0.058	0.060	0.37	0.000	22.5	1857	30.1	比較鋼
A-29	0.087	0.050	0.46	0.000	41.5	1781	32.1	発明鋼
A-30	0.075	0.040	0.40	0.000	29.1	1776	32.2	比較鋼
A-31	1.143	0.015	4.00	0.100	40.5	1693	33.6	比較鋼
A-32	0.238	0.020	1.55	0.000	40.1	1933	18.2	比較鋼
A-33	0.331	0.018	1.72	0.000	40.2	1701	33.1	比較鋼
A-34	0.334	0.017	1.71	0.000	40.5	1860	19.5	比較鋼
A-35	0.228	0.019	1.21	0.000	40.3	1697	32.9	比較鋼
A-36	0.313	0.016	1.63	0.000	40.5	1835	18.9	比較鋼
A-37	0.316	0.018	1.61	0.000	40.3	1787	19.7	比較鋼

実施例 2

[0046] 表3に示した成分組成を有する鋼を真空溶解炉で溶製し、これらの鋼から製造した鋼塊を、1000℃に加熱後、熱間圧延を行い、直径42mmの棒鋼にした。加熱時の雰囲気は、Mガス雰囲気で実施したが、他の雰囲気（例えば、大

気、LNG、都市ガス、COG+BFGのような混合ガス、COG、重油、窒素、アルゴンなど）を用いて加熱しても良い。熱間圧延後の棒鋼からミクロ組織観察用サンプル（直径42mm、長さ10mm））、引張試験用サンプルおよび靱性調査用サンプル（直径42mm、長さ150mm）を採取し、前述した方法で耐脱炭性、引張強度および靱性を調査した。ばね鋼の連続鑄造性においても前述した方法で調査した。

[0047]

[表3]

銅No.	化学成分 (mass%)																							TDI値	HB値	HD値	備考	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Sb	Bi	As	Ga	Te	In	O	Mo	Al	Cu	Ni	W	Nb	Ti	V	B					
A-1	0.60	0.25	0.85	0.010	0.010	0.85	—	—	—	—	—	—	—	0.0010	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	基準銅	
B-1	0.60	0.25	0.83	0.009	0.008	0.81	0.005	0.005	—	—	—	—	—	0.0009	—	0.035	—	—	—	—	—	—	—	—	0.417	0.010	2.50	発明銅
B-2	0.34	0.48	0.83	0.007	0.005	0.95	—	0.011	—	—	—	—	—	0.0008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.283	0.011	4.36	比較銅
B-3	0.36	0.22	0.78	0.007	0.004	0.75	0.011	—	—	—	—	—	—	0.0009	—	0.029	—	—	—	—	—	—	—	—	0.357	0.011	2.00	発明銅
B-4	0.42	0.75	0.66	0.006	0.006	0.88	0.005	0.005	—	—	—	—	—	0.0008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.786	0.010	7.50	比較銅
B-5	0.51	0.21	0.85	0.009	0.005	0.95	—	—	—	0.015	0.0005	—	—	0.0008	—	—	0.11	0.21	—	—	—	—	—	—	0.266	0.016	1.35	発明銅
B-6	0.60	0.28	0.85	0.007	0.006	0.85	0.010	—	0.0005	—	—	0.0005	0.0005	0.0007	—	—	—	—	—	—	—	0.021	—	0.0020	0.012	2.43	発明銅	
B-7	0.51	0.21	0.85	0.009	0.005	0.95	—	—	—	0.015	0.0005	—	—	0.0008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.266	0.016	1.35	発明銅
B-8	0.43	0.35	0.77	0.008	0.004	0.99	0.028	0.031	—	—	—	—	—	0.0009	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.138	0.059	0.59	比較銅
B-9	0.51	0.24	0.88	0.005	0.006	0.99	0.005	0.015	—	—	—	—	—	0.0009	0.39	0.025	—	—	—	0.022	—	—	—	—	0.235	0.020	1.20	発明銅
B-10	0.63	0.29	0.85	0.007	0.005	0.80	—	0.021	—	—	—	—	—	0.0007	0.28	0.024	—	—	—	—	—	—	—	—	0.219	0.021	1.38	発明銅
B-11	0.62	0.21	0.71	0.006	0.006	0.79	0.015	—	—	—	—	—	—	0.0008	—	—	—	—	0.45	0.011	—	—	—	—	0.226	0.015	1.40	発明銅
B-12	0.36	0.16	0.80	0.009	0.006	1.33	—	0.014	—	0.011	—	—	—	0.0009	0.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.178	0.025	0.64	発明銅
B-13	0.41	0.16	0.85	0.001	0.008	1.25	—	—	—	0.008	—	—	—	0.0009	—	—	—	0.31	—	—	—	0.035	—	—	0.650	0.008	2.67	発明銅
B-14	0.45	0.65	0.35	0.007	0.006	0.88	0.006	0.006	—	—	—	—	—	0.0008	—	—	0.15	0.015	—	—	—	0.018	—	0.0015	1.204	0.012	5.42	発明銅
B-15	0.50	0.26	0.64	0.006	0.007	0.98	0.005	0.015	—	—	—	—	—	0.0008	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.260	0.020	1.30	発明銅
B-16	0.54	0.21	0.63	0.005	0.006	1.01	0.005	0.010	—	—	—	—	—	0.0007	—	—	—	—	0.77	0.025	—	—	—	—	0.259	0.015	1.40	発明銅
B-17	0.50	0.27	0.86	0.006	0.007	0.95	0.005	0.015	—	—	—	—	—	0.0009	—	0.026	—	—	—	—	—	0.019	—	—	0.270	0.020	1.35	発明銅
B-18	0.54	0.23	0.66	0.007	0.004	0.99	0.007	0.006	—	—	—	—	—	0.0010	0.41	0.021	—	—	—	—	—	—	—	—	0.328	0.013	1.77	発明銅
B-19	0.54	0.24	0.38	0.005	0.001	1.05	0.015	0.035	—	—	—	—	—	0.0008	0.40	0.041	—	—	—	—	0.015	0.005	—	—	0.089	0.050	0.48	発明銅
B-20	0.52	0.15	0.51	0.005	0.003	0.98	—	0.037	—	—	—	—	—	0.0007	0.35	0.051	—	—	—	—	0.018	0.004	—	—	0.078	0.037	0.41	比較銅

[0048] 表4に、全脱炭の深さおよび絞り値の各結果を示した。本発明の成分組成およびDF値を満たす、B-1、B-3、B-5～B-7、B-9～B-19の鋼は、全脱炭の発生がなく、また、絞り値も40%以上あり、良好な耐脱炭性、連続鋳造性を有していることが分かる。これに対して、成分組成、TDL値、HB値およびHD値のうちのいずれかが本発明の範囲外であるB-2、B-4、B-8およびB-20の鋼は、全脱炭が発生するか、あるいは、絞り値が40%未満であることが分かる。

[0049] [表4]

[表4]

鋼No.	TDL値	HB値	HD値	全脱炭深さ (mm)	絞り値 (%)	引張強度 (MPa)	靱性 (J/cm ²)	備考
A-1	-	-	-	0.075	40.0	1824	12.7	基準鋼
B-1	0.417	0.010	2.50	0.000	40.5	1862	30.2	発明鋼
B-2	1.283	0.011	4.36	0.050	40.9	1712	33.5	比較鋼
B-3	0.357	0.011	2.00	0.000	40.3	1853	30.6	発明鋼
B-4	<u>1.786</u>	0.010	7.50	0.175	40.1	1740	32.3	比較鋼
B-5	0.266	0.016	1.35	0.000	40.6	1775	33.1	発明鋼
B-6	0.406	0.012	2.43	0.000	40.4	1825	31.5	発明鋼
B-7	0.266	0.016	1.35	0.000	40.8	1770	33.5	発明鋼
B-8	0.138	<u>0.059</u>	0.59	0.000	30.5	1786	33.6	比較鋼
B-9	0.235	0.020	1.20	0.000	40.4	1863	30.2	発明鋼
B-10	0.219	0.021	1.38	0.000	40.4	1881	30.1	発明鋼
B-11	0.226	0.015	1.40	0.000	40.3	1857	30.3	発明鋼
B-12	0.178	0.025	0.64	0.000	40.9	1837	30.5	発明鋼
B-13	0.650	0.006	2.67	0.000	40.7	1761	32.9	発明鋼
B-14	1.204	0.012	5.42	0.000	40.1	1758	33.0	発明鋼
B-15	0.260	0.020	1.30	0.000	40.9	1870	30.1	発明鋼
B-16	0.259	0.015	1.40	0.000	40.8	1808	30.8	発明鋼
B-17	0.270	0.020	1.35	0.000	40.7	1764	32.7	発明鋼
B-18	0.328	0.013	1.77	0.000	40.8	1861	30.2	発明鋼
B-19	0.089	0.050	0.48	0.000	40.5	1872	30.1	発明鋼
B-20	0.078	0.037	<u>0.41</u>	0.000	29.8	1847	30.3	比較鋼

請求の範囲

[請求項1]

C : 0.35質量%超0.65質量%未満、
 Si : 0.15質量%以上0.70質量%以下、
 Mn : 0.10質量%以上1.00質量%以下、
 Cr : 0.01質量%以上1.50質量%以下、
 P : 0.025質量%以下、
 S : 0.025質量%以下および
 O : 0.0015質量%以下

を含有し、

Sb : 0.001質量%超0.05質量%以下、
 Sn : 0.001質量%以上0.05質量%以下、
 Bi : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、
 As : 0.001質量%以上0.05質量%以下、
 Ga : 0.0001質量%以上0.01質量%以下、
 Te : 0.0001質量%以上0.01質量%以下および
 In : 0.0001質量%以上0.01質量%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有し、下記(1)式で算出されるTDL値が1.30以下、下記(2)式で算出されるHB値が0.05質量%以下および、下記(3)式で算出されるHD値が0.45以上の条件下に含有し、残部不可避免的不純物およびFeの成分組成を有するばね鋼。

記

$$TDL = [Si] / \{100 \times [C] \times ([Sb] + [Sn] + [Bi] + [As] + [Ga] + [Te] + [In])\}$$

・・・ (1)

$$HB = [Sb] + [Sn] + [Bi] + [As] + [Ga] + [Te] + [In] \quad \dots (2)$$

$$HD = [Si] / \{10 \times ([Sb] + [Sn] + [Bi] + [As] + [Ga] + [Te] + [In])\} \quad \dots (3)$$

但し、[] は該括弧内成分の含有量 (質量%)

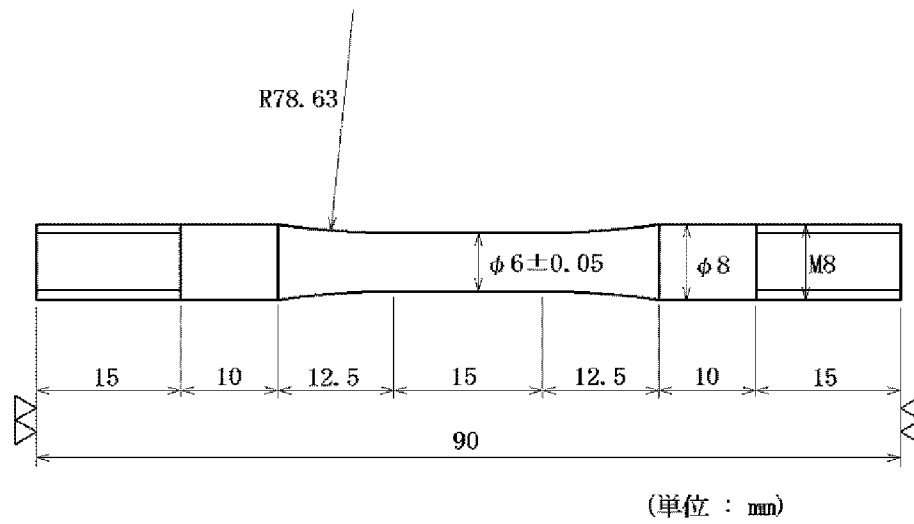
[請求項2]

前記成分組成は、さらに、

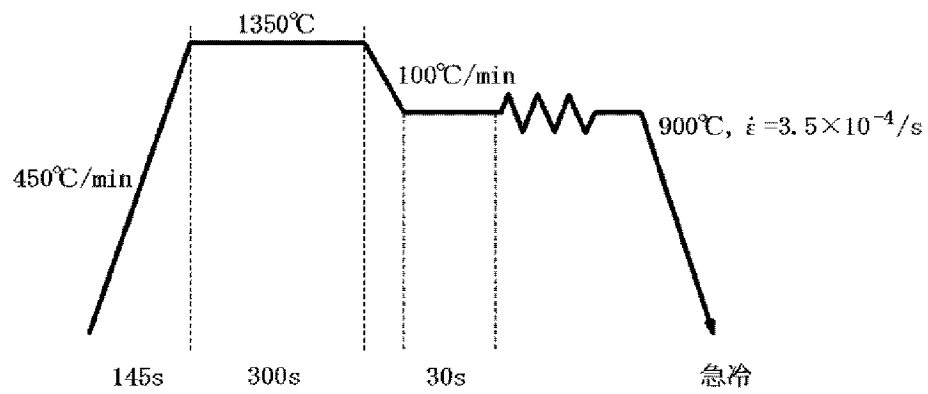
Al : 0.50質量%以下、
Cu : 1.0質量%以下、
Ni : 2.0質量%以下、
W : 2.0質量%以下、
Nb : 0.1質量%以下、
Ti : 0.2質量%以下、
V : 0.5質量%以下、
Mo : 1.0質量%以下および
B : 0.005質量%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有する請求項1に記載のばね鋼。

[図1]

FIG. 1

[図2]

FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00 (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)

C22C38/00, C22C38/60

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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	JP 1-319650 A (Daido Steel Co., Ltd.), 25 December 1989 (25.12.1989), claims; page 2, lower left column, line 4 to page 3, line 14; table 1 (Family: none)	1-2
X	WO 2004/046405 A1 (Mitsubishi Steel Mfg. Co., Ltd.), 03 June 2004 (03.06.2004), claims; table 1 & JP 2004-169142 A & US 2005/0217766 A1 & EP 1577411 A1 & CN 1692173 A & CA 2486731 A1 & DE 60318495 T2 & AU 2003284550 A1 & AT 382718 T & RU 2005116987 A	2

☒ 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
07 May, 2013 (07.05.13)Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001341

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 61-183442 A (Daido Steel Co., Ltd.), 16 August 1986 (16.08.1986), claims; examples (Family: none)	1-2
A	JP 2005-350736 A (JFE Bars & Shapes Corp.), 22 December 2005 (22.12.2005), claims; table 1 (Family: none)	1-2
A	JP 5-179399 A (Aichi Steel Works Ltd.), 20 July 1993 (20.07.1993), claims; table 2 (Family: none)	1-2

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, 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. C22C38/00, C22C38/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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	JP 1-319650 A（大同特殊鋼株式会社）1989.12.25, 特許請求の範囲, 第2頁左下欄第4行-第3頁第14行, 第1表 （ファミリーなし）	1-2
X	WO 2004/046405 A1（三菱製鋼株式会社）2004.06.03, 請求の範囲, 表1 & JP 2004-169142 A & US 2005/0217766 A1 & EP 1577411 A1 & CN 1692173 A & CA 2486731 A1 & DE 60318495 T2 & AU 2003284550 A1 & AT 382718 T & RU 2005116987 A	2

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

07.05.2013

国際調査報告の発送日

14.05.2013

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100-8915

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）

田口 裕健

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

4 K

4663

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	JP 61-183442 A (大同特殊鋼株式会社) 1986. 08. 16, 特許請求の範囲, 実施例 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2005-350736 A (J F E 条鋼株式会社) 2005. 12. 22, 特許請求の範囲, 表 1 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 5-179399 A (愛知製鋼株式会社) 1993. 07. 20, 特許請求の範囲, 表 2 (ファミリーなし)	1-2