

(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 2013/133070 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/18 (2006.01)
C21D 9/52 (2006.01) C22C 38/54 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054773
 - (22) 国際出願日: 2013年2月25日(25.02.2013)
 - (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 2012-050912 2012年3月7日(07.03.2012) JP
 - (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.))
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号 Hyogo (JP).
 - (72) 発明者: 大浦 宏之(OURA, Hiroshi). 吉原 直(YOSHIHARA, Nao).
 - (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.);
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 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, IS, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))



WO 2013/133070 A1

(54) Title: STEEL WIRE ROD WITH EXCELLENT SPRING WORKABILITY FOR HIGH-STRENGTH SPRING, PROCESS FOR MANUFACTURING SAME, AND HIGH-STRENGTH SPRING

(54) 発明の名称: ばね加工性に優れた高強度ばね用鋼線材およびその製造方法、並びに高強度ばね

(57) Abstract: This steel wire rod for a high-strength spring is a hot-rolled steel wire rod having both a prescribed chemical composition and a structure which has a pearlite area fraction of 90% or more and in which the average (Pave) of grain size numbers of pearlite nodules and the standard deviation (Pσ) thereof satisfy relationships (1) and (2) respectively. $8.0 \leq Pave \leq 12.0 \dots (1)$ $0.0 < P\sigma \leq 0.5 \dots (2)$

(57) 要約: 本発明の高強度ばね用鋼線材は、熱間圧延後の鋼線材であり、所定の化学成分組成を有し、パーライト面積率が90%以上である組織であり、且つパーライトノジュールの粒度番号の平均値 Pave およびその標準偏差 Pσ が、夫々下記 (1) 式、(2) 式を満足する。 $8.0 \leq Pave \leq 12.0 \dots (1)$ $0.0 < P\sigma \leq 0.5 \dots (2)$

明 細 書

発明の名称：

ばね加工性に優れた高強度ばね用鋼線材およびその製造方法、並びに高強度ばね

技術分野

[0001] 本発明は、自動車の弁ばね等に使用され、高い加工性（伸線性、コイリング性、更には後述するSV性）を持った高強度ばね用鋼線材、およびその製造方法、並びにこの高強度ばね用鋼線材から得られる高強度ばね（硬引きばね、オイルテンパーばね）等に関するものである。

背景技術

[0002] 自動車に使用されるばねには、主にエンジンに使用される弁ばねが知られているが、この弁ばねは、主に伸線加工したワイヤをオイルテンパー処理（以下、「OT処理」と呼ぶことがある）した後、ばね特性を向上させるための焼入れ－焼戻し処理を実施してから、ばね形状に加工（コイリング）することで製造されている。こうしたばねの製造工程において、生産効率を低下させる大きな要因に、伸線中の断線と、伸線後のコイリング中の断線（折損）がある。これらの製造トラブルは、装置の長時間の停止を伴うものであるため、生産効率が大幅に低下することになる。

[0003] そこで、伸線中の断線を抑制する技術として、圧延材組織、伸線前処理、伸線潤滑剤等の改良技術が数多く提案されている。また、コイリング中の折損（これを、「コイリング折損」と呼ぶことがある）を抑制してコイリング性を良好にする技術も様々提案されている。

[0004] コイリング性を良好にする技術として、例えば特許文献1には、OT処理前（即ち、伸線後）に線材の表面処理を施し、且つOT処理線材製造時の表層スケールを残存させることで、線材表面の疵の低減を図り、表層粗さを低減することで、OT処理線材の表面粗さを低減し、コイリング性を向上させることが提案されている。しかしながら、線材表面にクラックが発生してい

る場合には、表面粗さを制御してもクラックを取り除くことは不可能であり、このクラックが原因でコイリング折損が生じ、コイリング性が低下することになる。

[0005] また特許文献2では、熱処理ワイヤの窒素制御によって、未溶解炭化物を低減することでコイリング性を改善している。しかしながら、未溶解炭化物を低減することは、組織の靱性や加工性の改善には有効であるが、ハンドリング疵、クラック等を起点としたコイリング折損の抑制には限界がある。

[0006] ところで、弁ばねの製造においては、熱間圧延で所定の線径の丸線に加工し、コイル状に巻き取って冷却した後、700℃前後で焼鈍を加えて軟化し、表層の脱炭部を除去する皮削り工程（以下、「SV工程」と呼ぶことがある）が実施されるが、このSV工程時の加工性（これを、「SV性」ということがある）も良好であることが要求される。

[0007] SV性を良好にする技術として、例えば特許文献3には、仕上げ圧延後、コイル状に載置したときのリングピッチをリング径の1/10以下と密に巻き取って徐冷することで圧延材の硬さを低減し、圧延したままでSV工程の実施を可能にする技術が提案されている。この方法では、組織の硬さは低減するものの、徐冷中の結晶粒の粗大化が進行し、結晶粒度のばらつきも大きくなるために加工性が低下し、高強度ばね鋼の加工としては適さない。また、徐冷中の脱炭も大きくなり、製品であるばねの品質を低下させる。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2009-235523号公報
特許文献2：国際公開第2007-114491号
特許文献3：特開平5-7912号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 本発明はこうした従来技術における課題を解決する為になされたものであ

って、その目的は、ばね製造時における伸線性、コイリング性、SV性のいずれも良好な特性を発揮することのできる高強度ばね用鋼線材、およびこのような高強度ばね用鋼線材を製造するための有用な方法、並びに高強度ばね用鋼線材を素材として得られる高強度ばね等を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決することのできた本発明の高強度ばね用鋼線材とは、熱間圧延後の鋼線材であり、C：0.4～0.8%（「質量%」の意味、化学成分組成について以下同じ）、Si：1.5～3.5%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.03～0.4%およびAl：0.005%以下を夫々含有し、残部が鉄および不可避不純物からなり、パーライト面積率が90%以上である組織であり、且つ表面から0.5mm深さにおけるパーライトノジュールの粒度番号（以下、「パーライトノジュール粒度番号」若しくは「パーライトノジュールサイズ」と呼ぶことがある）の平均値 P_{ave} およびその標準偏差 P_{σ} が、夫々下記（1）式、（2）式を満足する点に要旨を有するものである。

$$8.0 \leq P_{ave} \leq 12.0 \dots (1)$$

$$0.0 < P_{\sigma} \leq 0.5 \dots (2)$$

[0011] 本発明の高強度ばね用鋼線材には、必要によって更に（a）V：0.5%以下（0%を含まない）、Nb：0.5%以下（0%を含まない）、Ni：2.0%以下（0%を含まない）およびMo：0.5%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる1種以上、（b）Cu：0.7%以下（0%を含まない）、（c）B：0.01%以下（0%を含まない）等を含有させることも有効であり、含有される成分に応じて高強度ばね用鋼線材の特性が更に改善される。

[0012] 上記のような高強度ばね用鋼線材を製造するに当たっては、熱間圧延後の鋼線材を載置温度：750～1000℃としてコイル状に巻き取った後、冷却コンベア上にて1℃/秒以上の冷却速度で750℃以下の温度まで急速且つ均一に線材を冷却し、引き続き行う徐冷の開始温度を、コイルの密部と疎

部のいずれも650～750℃の範囲内で、且つコイルの密部と疎部の温度差を50℃以下となるようにすれば良い。

[0013] 上記本発明方法では、前記徐冷する領域において、下記(3)式で規定される冷却速度Vを1℃/秒未満とすることが好ましい。また、前記鋼線材の徐冷領域滞在時間tは50秒以上とすることが好ましい。

$$V(\text{℃/秒}) = (T_{in} - T_{out}) / t \dots (3)$$

但し、 T_{in} ：徐冷領域入り側における鋼線材温度(℃)、 T_{out} ：徐冷領域出側における鋼線材温度(℃)、 t ：鋼線材の徐冷領域滞在時間(秒)

[0014] 本発明には、上記のような上記のような高強度ばね用鋼線材から得られた高強度ばねをも包含する。

発明の効果

[0015] 本発明では、化学成分組成を適切に調整すると共に、製造条件を適切にすることによって、パーライトを主体とする組織とすると共に、このパーライトノジュール粒度番号の平均値 P_{ave} およびその標準偏差 P_{σ} が所定の関係式を満足するようにしたので、ばね製造時における伸線性、コイルング性、SV性のいずれも良好な特性を発揮することのできる高強度ばね用鋼線材が実現でき、このような高強度ばね用鋼線材は高強度ばねを製造するための素材として極めて有用である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]冷却コンベア上のコイルの状態を示す概略説明図である。

[図2]評価用試料のサンプリング方法を説明するための図である。

[図3]パーライトノジュール粒度番号の標準偏差 P_{σ} とコイルング性との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明者らは、コイルング折損が生じる原因について詳細に検討した。その結果、コイルング折損の多くは、線材表面に存在する微小クラックを起点として発生しており、この微小クラックはOT処理前の伸線工程中に発生することが判明したのである。また、このような微小クラックの多くは、伸線

工程に設けられた矯正ローラを通過する際にも発生すること、或は矯正ローラを通過する際にクラック深さが深くなることも判明した。

[0018] 伸線中若しくは矯正ローラ通過中に線材表面に生じる微小クラックを抑制するためには、伸線性を向上させる技術であるダイスケジュール、伸線スピード、伸線中の線材温度等の要件の改善も重要であると考えられる。本発明者らが検討したところ、これらの要件とは別に、微小クラックの発生には伸線材表層のパーライトノジュールサイズのばらつきが大きく影響していることが分かった。

[0019] 一般にばね用鋼線材の製造にあたっては、熱間圧延後の鋼線材をコイル状に巻き取り、冷却コンベヤ上に載置し、風冷等を行って冷却する。冷却コンベヤ上のコイルの状態を図1（概略説明図）に示す。このような状態で冷却を行なうと、鋼線材の比較的密に重なった部分（この部分を「密部」と呼ぶ）と、比較的まばらな部分（この部分を「疎部」と呼ぶ）によって冷却速度に差異が生じ、冷却後の組織に差異が生じ、これがばね加工性に悪影響を及ぼすものと思われる。

[0020] 本発明者らは、高強度ばね用鋼の圧延材組織とばね加工性（伸線性、コイルリング性、SV性）の関係について検討した。その結果、圧延材組織を微細且つ均一なパーライト主体組織に制御することで、伸線加工時における微小クラックの発生が抑制され（即ち、伸線性も良好になる）、その結果としてコイルリング性およびSV性も向上することを見出した。ここで、組織の粒度ばらつきに関しては、線材断面内のばらつきよりも、長手方向、即ちコイル密部・疎部に起因するばらつきの方が大きくなり、ばね加工性に与える影響も大きくなるため、長手方向の組織ばらつきを低減することが重要となる。

[0021] 本発明者らは、こうした要件を満足させるための条件について、更に検討した。その結果、パーライトを主体とする組織とすると共に、表面から0.5mm深さにおけるパーライトノジュール粒度番号の平均値 P_{ave} およびその標準偏差 P_{σ} が、夫々下記（1）式、（2）式を満足するようにすれば、上記目的に適う高強度ばね用鋼線材が実現できることを見出し、本発明を

完成した。

$$8.0 \leq P_{ave} \leq 12.0 \dots (1)$$

$$0.0 < P_{\sigma} \leq 0.5 \dots (2)$$

[0022] 尚、パーライトノジュール粒度番号の平均値 P_{ave} およびその標準偏差 P_{σ} は、好ましくは $8.5 \leq P_{ave} \leq 11.5$ 、 $0.0 < P_{\sigma} \leq 0.4$ である。また、パーライトを主体とする組織とは、パーライトを90面積%以上含むような組織を意味し、一部初析フェライトや上部ベイナイト等を含んでも本発明の目的が達成される。

[0023] 弁ばねの製造工程では、伸線前に行われる皮削り処理（SV処理）によって生じる加工硬化層の除去と、伸線性に優れた組織を得るために、伸線処理前にはパテンティング処理やIH（高周波加熱）設備での軟化焼鈍処理等が行われるが、こうした処理を行う場合にも、線材表層部におけるパーライトノジュール粒度番号の平均値 P_{ave} や標準偏差 P_{σ} は殆ど変化しないために、伸線時の微小クラックの抑制には圧延時（熱間圧延線材）における組織の制御が極めて重要な要件となる。また、上記のような要件を満足する線材では、SV性も良好となる。

[0024] 上記のような高強度ばね用鋼線材を製造するに当たっては、その製造条件も適切に制御する必要がある。高強度ばね用鋼線材を製造するための手順は次の通りである。まず、所定の化学成分組成を有する鋼ビレットを熱間圧延し、所望の線径に加工する。この圧延時の加熱温度については、特に限定しないが、組織微細化の観点からはできるだけ低温での加工が好ましい。しかしながら、低温化すると鋼材の変形抵抗が増大して設備負荷が大きくなるため、保有する設備に応じて適宜設定することになる。通常、熱間圧延時の加熱温度（鋼ビレット加熱温度）は、950～1000℃程度である。

[0025] 続いて、熱間圧延後の鋼線材をコイル状にして冷却コンベア上に載置するが、このときの温度（載置温度）が1000℃を超えると組織が粗大化し、また750℃未満となると変形抵抗が増大して荷姿不良を引き起こすため、載置温度は750～1000℃とする。この載置温度は、好ましくは775

℃以上、950℃以下である。

[0026] 冷却コンベヤ上に載置後、パーライト変態の開始する温度域まで冷却した後、徐冷する。パーライト変態開始温度域は、温度が高すぎるとパーライトノジュールサイズの粗大化が促進し、圧延材の絞り率（減面率）が極端に悪くなり、低すぎると、過冷が生じ、部分的にベイナイト、マルテンサイトが生じやすくなる。こうしたことから、パーライト変態開始温度域は、650℃以上、750℃以下とした（好ましくは670℃以上、730℃以下）。

[0027] 圧延後における組織のパーライトノジュールサイズの平均値 P_{ave} 、標準偏差 P_{σ} を所定の範囲内に制御するためには、伸線加工前のコイル状に折り重なった線材を急速且つ均一に冷却する必要がある。即ち、コイルの密部・疎部をそれぞれ1℃/秒以上の冷却速度で冷却し、徐冷を開始するときの線材温度を、コイルの密部・疎部のいずれも650～750℃の範囲内となり、且つ、コイルの密部と疎部の温度差が50℃以下となるように制御する。パーライト変態開始温度域でのコイルの密部と疎部の温度差を50℃以下とすることで、パーライトノジュールサイズの標準偏差 P_{σ} を大幅に改善することができる。尚、徐冷を開始するときの領域は、その領域に徐冷カバーを設置することによって行なわれるのが通常であるので、以下では徐冷領域を「徐冷カバー内」、徐冷開始位置を「徐冷カバー入口」と呼ぶことがある。

[0028] 圧延線材がコンベア上へ載置された時から徐冷カバー入口に到達した時までにおけるコイル密部・疎部の冷却速度については、コイル密部・疎部への冷却用ブローアの風量をおのおの調整することで、徐冷領域入り側でのコイル密部・疎部の温度差を小さくすることが可能である。推奨される冷却速度の差異は、1.0℃/秒以下であり、好ましくは0.5℃/秒以下である。圧延線速、コンベア速度等によって、コイル密部・疎部の冷却速度は変化するので、各圧延条件に合わせた風量の設定が必要となる。

[0029] この後、徐冷カバー内で徐冷して変態を行なうことになる。徐冷カバー内での冷却速度 V は、下記（3）式で規定されることになるが、この冷却速度

Vは1℃/秒未満とすることが好ましい。なお、徐冷カバー内での冷却速度Vが式(3)を満たさなければならないのは、コイルの全ての部分(密部および疎部を含む)についてである。

$$V(\text{℃/秒}) = (T_{in} - T_{out}) / t \dots (3)$$

但し、 T_{in} ：徐冷領域入り側における鋼線材温度(℃)、 T_{out} ：徐冷領域出側における鋼線材温度(℃)、 t ：鋼線材の徐冷領域滞在時間(秒)

[0030] 上記のような徐冷カバーの設置は、線材の温度ばらつきを抑制し、局所的な組織ばらつきを防ぐためにも有用である。但し、徐冷カバー内での滞在時間(徐冷領域滞在時間、徐冷時間)が短すぎると変態が完了する前に徐冷が終わってしまい、その後の冷却(通常、水冷)によってベイナイトやマルテンサイト等の過冷組織を生じる恐れがあるので、上記滞在時間は50秒以上を確保することが好ましい。また、ヒーターや誘導加熱装置等を設置して、より徐冷を促進することは、本発明の好ましい実施形態である。

[0031] 本発明の高強度ばね用鋼線材は、その化学成分組成については、最終製品(高強度ばね)としての特性を発揮させるために、その化学成分組成を適切に調整する必要がある。その化学成分組成における各成分(元素)による範囲限定理由は次の通りである。

[0032] [C : 0.4 ~ 0.8 %]

Cは、ばね加工後の強度・耐へたり性の上昇に有効な元素であり、そのためには0.4%以上含有させる必要がある。C含有量の増加に伴ってばねの強度・耐へたり性は向上するが、過剰になると延性・靱性が低下するため、0.8%以下とする必要がある。C含有量の好ましい下限は0.5%以上であり、好ましい上限は0.7%以下である。

[0033] [Si : 1.5 ~ 3.5 %]

Siは、鋼の脱酸のために必要な元素であり、またフェライト中に固溶してその強度を高める効果も発揮する。これらの効果を発揮させるためには、1.5%以上含有させる必要がある。しかしながら、Si含有量が過剰になると、延性・靱性を低下させる他、表面の脱炭が増加して疲労特性を低下さ

せるため、3.5%以下とする必要がある。Si含有量の好ましい下限は1.7%以上（より好ましくは1.8%以上）であり、好ましい上限は3.0%以下（より好ましくは2.5%以下）である。

[0034] [Mn : 0.3~1.5%]

MnもSiと同様に、鋼の脱酸のために必要な元素であり、また焼入れ性を高めてばね強度の向上に貢献する。これらの効果を発揮させるためには、0.3%以上含有させる必要がある。しかしながら、Mn含有量が過剰になると、変態時間が長時間化して熱間圧延での組織制御を困難にするため、1.5%以下とする必要がある。Mn含有量の好ましい下限は0.35%以上（より好ましくは0.40%以上）であり、好ましい上限は1.4%以下（より好ましくは1.3%以下）である。

[0035] [Cr : 0.03~0.4%]

Crは、焼入れ・焼戻し処理、およびコイリング後の歪み取り焼鈍時に二次析出硬化を起こしてばね強度を向上させる効果がある。この効果を発揮させるためには、0.03%以上含有させる必要がある。しかしながら、Crの含有量が過剰になると延性・靱性を低下させ、コイリング性を低下させるため、その含有量は0.4%以下とする必要がある。好ましくは0.35%以下（より好ましくは0.30%以下）である。尚、上記の効果を発揮させるためには、Cr含有量の好ましい下限は0.05%であり、より好ましい下限は0.10%である。

[0036] [Al : 0.005%以下]

Alは、脱酸元素であるが、鋼中でAl₂O₃やAlNの介在物を形成する。これらの介在物は、ばねの疲労寿命を著しく低減させるため、Alは極力低減すべきである。こうした観点から、Al含有量は0.005%以下とする必要がある。より好ましくは0.004%以下とするのが良い。

[0037] 本発明に係る高強度ばね用鋼線材における基本成分は上記の通りであり、残部は鉄および不可避免的不純物（例えば、P、S等）である。本発明に係る高強度ばね用鋼線材には、必要によって（a）V : 0.5%以下（0%を含

まない)、Nb:0.5%以下(0%を含まない)、Ni:2.0%以下(0%を含まない)およびMo:0.5%以下(0%を含まない)よりなる群から選ばれる1種以上、(b)Cu:0.7%以下(0%を含まない)、(c)B:0.01%以下(0%を含まない)等を含有させてもよく、含有させる元素の種類に応じて、鋼線材の特性が更に改善される。これらの元素の好ましい範囲設定理由は下記の通りである。

[0038] [V:0.5%以下(0%を含まない)、Nb:0.5%以下(0%を含まない)、Ni:2.0%以下(0%を含まない)およびMo:0.5%以下(0%を含まない)よりなる群から選ばれる1種以上]

V、Nb、NiおよびMoは、いずれもばねや線材の延性・靱性を向上する効果があり、これらの1種以上を所定量含有させることによって、その効果が発揮される。

[0039] このうち、Vは熱間圧延および焼入れ・焼戻し処理において結晶粒を微細化する作用があり、また圧延後の加工性の増大とばねの延性・靱性を向上する効果がある。また、ばね成形後の歪取焼鈍時に二次析出硬化を起こしてばね強度の向上に寄与する。しかしながら、過剰に含有させると鋼材の製造時に大きな炭化物・窒化物を生成し、介在物を起点とした疲労折損の増加につながる。そのため、V含有量は0.5%以下とすることが好ましく、より好ましい上限は0.45%以下(更に好ましくは0.40%以下)である。尚、上記の効果を有効に発揮させるためのV含有量の好ましい下限は、0.05%以上であり、より好ましくは0.06%以上(更に好ましくは0.07%以上)である。

[0040] Nbも熱間圧延および焼入れ・焼戻し処理において結晶粒を微細化する作用があり、圧延後の加工性の増大とばねの延性・靱性を向上する効果がある。しかしながら、過剰に含有させてもその効果が飽和し、鋼材価格を圧迫する弊害の方が大きくなる。そのため、Nb含有量は0.5%以下とすることが好ましく、より好ましい上限は0.45%以下(更に好ましくは0.40%以下)である。尚、上記の効果を有効に発揮させるためのNb含有量の好

ましい下限は、0.05%以上であり、より好ましくは0.06%以上（更に好ましくは0.07%以上）である。

[0041] Niは、焼入れ・焼戻し処理後の延性・韌性を高める効果がある。また、耐腐食性を向上させる。しかしながら、過剰に含有させると焼入れ性が増大し、変態時間が長時間化して熱間圧延での組織制御を困難にする。そのため、Ni含有量は2.0%以下とすることが好ましく、より好ましい上限は1.9%以下（更に好ましくは1.8%以下）である。尚、上記の効果を有効に発揮させるためのNi含有量の好ましい下限は、0.05%以上であり、より好ましくは0.10%以上（更に好ましくは0.15%以上）である。

[0042] Moは、焼入れ・焼戻し処理後の延性・韌性を高める効果がある。しかも、焼入れ性を高めてばねの高強度化に寄与する。しかしながら、過剰に含有させると焼入れ性が増大して組織制御を困難にする他、鋼材価格を押し上げる。そのため、Mo含有量は0.5%以下とすることが好ましく、より好ましい上限は0.45%以下（更に好ましくは0.40%以下）である。尚、上記の効果を有効に発揮させるためのMo含有量の好ましい下限は、0.05%以上であり、より好ましくは0.10%以上（更に好ましくは0.15%以上）である。

[0043] [Cu : 0.7%以下（0%を含まない）]

Cuは脱炭を抑制する効果がある。また、耐腐食性の向上にも寄与する。しかしながら、過剰に含有させると熱間延性を低下させ、熱間圧延時に割れを生じる危険があるため、0.7%以下とすることが好ましい。尚、Cuを含有させるときの好ましい下限は0.05%以上であり、より好ましい上限は0.6%以下である。

[0044] [B : 0.01%以下（0%を含まない）]

Bは延性・韌性を向上する作用がある。しかしながら、過剰に含有させるとFeとBの複合化合物が析出し、熱間圧延時の割れを引き起こすため、0.01%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.0080%以下（更に好ましくは0.0060%以下）である。尚、Bを含有させるときの好

ましい下限は0.001%以上であり、より好ましくは0.0015%以上（更に好ましくは0.0020%以上）である。

[0045] 本発明の高強度ばね用鋼線材は、熱間圧延後のものを想定したものであるが、この高強度ばね用鋼線材はその後ばね加工されることによって、高強度ばねに成形されるものであり、良好な特性を発揮するばねが得られる。

実施例

[0046] 以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

[0047] 実施例 1

下記表 1、2 に示す化学成分組成の鋼塊を転炉で溶製した後、この鋼塊を分塊圧延して断面が 155 mm × 155 mm の鋼ビレットを作製し、1000 °C に加熱した後、線径：5.0 ~ 8.0 mm φ の丸線に加工（熱間圧延）した。次いで、下記表 3、4 に示した製造条件で単重 2 t o n のコイルを製造し（試験 N o. 1 ~ 3 1）、それらの組織・機械特性・ばね加工性（伸線性、コイルリング性、SV 性）を調査した。表 3、4 における冷却速度の調整は、コンベア速度を調整することにより行った。

[0048]

[表1]

鋼種	化学成分組成* (質量%)										
	C	Si	Mn	Ni	Cr	V	Cu	Mo	Nb	Al	B
A	0.66	2.53	1.48	-	0.10	-	-	-	-	0.005	-
B	0.70	2.22	1.13	-	0.07	-	0.21	-	-	0.002	-
C	0.58	1.53	1.13	-	0.39	-	-	-	-	0.001	0.0033
D	0.48	1.95	0.45	0.28	0.27	0.17	-	-	-	0.005	-
E	0.44	3.11	0.95	0.71	0.33	0.25	0.18	-	-	0.003	-
F	0.78	1.74	1.31	-	0.19	0.33	-	-	0.21	0.003	-
G	0.58	2.20	0.70	0.26	0.21	0.31	-	0.22	-	0.002	-
H	0.71	2.58	0.82	-	0.38	-	-	0.41	-	0.004	-
I	0.76	3.31	1.43	0.51	0.15	-	-	-	0.44	0.001	-
J	0.61	1.85	1.38	1.77	0.26	-	0.28	-	-	0.003	-
K	0.53	2.59	1.00	-	0.22	-	-	0.35	-	0.003	-
L	0.41	2.03	0.71	1.12	0.34	0.41	0.33	-	-	0.002	0.0054

* 残部：鉄および不可避不純物

[0049] [表2]

鋼種	化学成分組成*(質量%)										
	C	Si	Mn	Ni	Cr	V	Cu	Mo	Nb	Al	B
A1	0.66	2.53	1.20	-	0.10	-	-	-	-	0.003	-
A2	0.66	2.53	1.20	-	0.10	-	-	-	-	0.002	-
C1	0.58	1.53	1.13	-	0.39	-	-	-	-	0.001	0.0033
E1	0.44	3.11	0.95	0.71	0.33	0.25	0.18	-	-	0.005	-
G1	0.58	2.20	0.70	0.26	0.21	0.31	-	0.22	-	0.002	-
J1	0.61	1.85	1.38	1.77	0.26	-	0.28	-	-	0.001	-
J2	0.61	1.85	1.38	1.77	0.26	-	0.28	-	-	0.003	-
J3	0.61	1.85	1.38	1.77	0.26	-	0.28	-	-	0.003	-
M	1.03	2.01	0.88	-	0.06	0.16	-	-	-	0.003	0.0022
N	0.55	3.81	1.16	0.22	0.14	-	-	0.21	-	0.002	-
O	0.61	1.89	1.99	-	0.33	-	0.33	-	0.41	0.004	0.0041
P	0.67	2.38	1.18	2.19	0.24	-	-	-	-	0.003	-
Q	0.71	1.88	0.92	-	0.71	0.13	0.51	-	-	0.002	0.0028
R	0.53	1.93	1.00	-	0.17	0.65	-	0.22	0.11	0.003	-
S	0.54	1.79	0.61	-	0.29	-	0.98	-	-	0.003	-
T	0.77	2.51	1.00	-	0.31	-	-	0.66	-	0.003	0.0031
U	0.61	1.99	0.89	0.51	0.22	-	0.28	-	0.73	0.005	-
V	0.66	1.58	0.88	0.21	0.09	-	0.21	-	-	0.033	-
W	0.48	2.16	1.00	-	0.35	-	-	-	-	0.002	0.1330

* 残部：鉄および不可避不純物

[0050] [表3]

試験 No.	鋼種	圧延線径 (mm)	圧延後載置 温度(°C)	コンベア			冷却速度(°C/秒)				徐冷カバー内 徐冷時間(秒)
				徐冷カバー入口温度(°C)	密部と疎部の 温度差(°C)	載置～徐冷カバー入口	徐冷カバー内	徐冷カバー内	徐冷カバー内		
				コイル密部	コイル疎部	コイル疎部	コイル密部	コイル疎部	コイル密部	コイル疎部	
1	A	8.0	910	710	700	10	3.0	3.5	0.6	0.7	210
2	B	7.0	920	700	660	40	2.5	3.0	0.5	0.6	280
3	C	7.0	770	720	700	20	1.5	2.0	0.5	0.5	240
4	D	7.0	810	740	710	30	2.5	3.5	0.8	0.8	190
5	E	6.4	950	710	670	40	2.5	3.0	0.7	0.7	180
6	F	5.0	910	710	670	40	4.0	5.0	0.5	0.6	290
7	G	7.0	750	700	680	20	1.5	2.0	0.4	0.5	240
8	H	7.0	850	730	710	20	2.5	3.0	0.5	0.5	320
9	I	6.4	920	720	720	0	3.0	3.0	0.6	0.6	210
10	J	8.0	770	690	660	30	2.0	3.0	0.5	0.6	240
11	K	5.0	780	660	660	0	2.5	2.5	0.2	0.3	320
12	L	7.0	880	740	720	20	4.0	4.5	0.6	0.7	240

[0051] [表4]

試験 No.	鋼種	圧延線径 (mm)	圧延後載置 温度(°C)	コンペア			冷却速度(°C/秒)				徐冷カバー内 徐冷時間 (秒)
				徐冷カバー入口温度(°C)	密部と疎部の 温度差(°C)	軌置～徐冷カバー入口	軌置～徐冷カバー入口	軌置～徐冷カバー入口	徐冷カバー内		
		徐冷カバー入口温度(°C)	密部と疎部の 温度差(°C)	軌置～徐冷カバー入口	軌置～徐冷カバー入口	軌置～徐冷カバー入口	徐冷カバー内	徐冷カバー内	徐冷カバー内	徐冷カバー内	徐冷カバー内
		コイル密部	コイル疎部	コイル密部	コイル疎部	コイル密部	コイル疎部	コイル密部	コイル疎部	コイル密部	コイル疎部
13	A1	6.4	1050	740	700	40	3.5	4.0	0.8	0.7	280
14	A2	6.4	910	780	750	30	2.0	2.5	0.7	0.8	280
15	C1	6.4	930	670	630	40	4.0	4.5	0.6	0.7	280
16	E1	5.5	770	720	680	40	0.5	1.0	0.8	0.9	210
17	G1	7.0	810	740	670	70	2.0	4.0	0.6	0.7	240
18	J1	6.4	790	730	660	70	2.0	4.5	0.8	0.7	190
19	J2	6.4	780	670	650	20	4.0	4.5	1.1	1.3	190
20	J3	6.4	800	700	670	30	3.5	4.5	0.6	0.7	40
21	M	8.0	890	690	660	30	3.0	3.5	0.5	0.6	210
22	N	6.4	940	720	680	40	2.5	3.0	0.5	0.6	280
23	O	7.0	880	740	740	0	4.0	4.0	0.6	0.7	240
24	P	7.0	920	680	680	0	2.5	2.5	0.6	0.7	180
25	Q	6.4	940	680	680	0	3.0	3.0	0.4	0.5	280
26	R	7.0	930	710	670	40	4.5	5.5	0.4	0.5	320
27	S	7.0	890	730	690	40	2.5	3.0	0.6	0.7	210
28	T	8.0	790	700	660	40	2.5	3.5	0.5	0.5	240
29	U	7.0	900	740	700	40	2.5	3.0	0.7	0.7	210
30	V	7.0	880	680	650	30	3.0	3.5	0.5	0.6	210
31	W	7.0	880	740	720	20	4.0	4.5	0.6	0.7	240

- [0052] 機械特性の評価では、各コイルの良品部端末から1リングずつ切り出し、図2に示すように円周方向に8分割（線材長手方向に8分割に相当）して得たサンプルを直線矯正して引張試験し、最大引張強度TS、絞り値（減面率）RAを測定した。各試験において、1回の測定を行ない（ $n=1$ ）、その平均値（8箇所平均）を求めた。
- [0053] 組織評価では、それらの8分割サンプルの横断面組織をそれぞれ光学顕微鏡にて観察し、パーライトの面積率、パーライトノジュールサイズ（Pノジュールサイズ）の平均値 P_{ave} 、標準偏差 P_{σ} を算出した。また、パーライトノジュールとは、パーライト組織中のフェライト結晶粒が同一方位を示す領域を意味する。
- [0054] パーライト面積率は、熱間圧延線材の横断面の表層（4視野）、 $D/4$ （4視野）、 $D/2$ （1視野）の位置（ D は線材の直径）において、樹脂等に埋め込み研磨し、ピクリン酸を用いた化学腐食を実施した後、光学顕微鏡により、結晶粒の方位が互いに 90° をなす4箇所を、倍率：400倍で $200\mu m \times 200\mu m$ の領域の組織写真を撮影し、画像解析ソフト（「Image Pro Plus」Media Cybernetics社製）を用いて、画像を2値化した後、パーライト面積率を求め、平均値を算出した。尚、表層に脱炭層が存在する場合には、JIS G 0558の4で規定される「全脱炭部」は測定部位から除外した。そして、パーライト面積率が90%以上の組織を「P」、パーライト面積率が90%未満であって、ベイナイトやマルテンサイトが生成している場合には、「P+B」または「P+B+M」と表記した。
- [0055] Pノジュールサイズは、熱間圧延線材の横断面を樹脂等に埋め込み研磨し、濃硝酸（62%）：アルコール=1：100（体積比）の溶液を用いて腐食した後、光学顕微鏡で観察した。Pノジュールサイズの測定は、JIS G 0551に記載の「オーステナイト結晶粒度の測定」に準じてその粒度番号を測定する。また、フェライト、パーライトの混相組織であっても同様の腐食で初析フェライト粒を判別することが可能であるので、フェライト面積率

が40%以下であれば初析フェライトの面積を除外することでPノジュールサイズを測定することができる。各断面の表面から0.5mm深さでのPノジュールの粒度番号を測定し、その平均値をその断面表層でのPノジュールの粒度番号 P_i ($i=1\sim 8$)とし、更に $P_1\sim P_8$ の平均値 P_{ave} 、標準偏差 P_σ を算出した。

[0056] ばね加工性のうち、伸線性は、SV工程後のコイルを600℃×3時間で焼鈍した後、酸洗処理、ボンデ処理を施し、単釜伸線機で減面率85%まで伸線し、伸線時の断線の有無で評価した。断線の生じないコイルを、伸線性が良い(○)、断線が生じたコイルを伸線性が悪い(×)と評価した。

[0057] コイリング性は、伸線後の線材に対して自径巻きを1000巻き行った際の折損回数(自径巻き折損回数)で評価した。折損破面を観察し、微小クラックを起点とする折損が生じなかったコイルをコイリング性が良い、微小クラックを起点とする折損が生じたコイルをコイリング性が悪いと評価した(下記表5、6に示した折損回数は、微小クラックを起点とするもの)。

[0058] SV性は、コイルに熱処理を加えることなく皮削り工程(SV工程)を実施し、このSV工程での断線の有無で評価した。断線の生じないコイルを、SV性が良い(○)、断線が生じたコイルをSV性が悪い(×)と評価した。

[0059] これらの評価結果を、圧延材組織と共に、下記表5、6に示す。

[0060]

[表5]

試験 No.	鋼種	圧延材組織**				圧延材 最大引張強度 TS(MPa)	圧延材 減面率 RA(%)	伸線性	コイルリング性 (折損回数)	SV性
		コイル密部	コイル疎部	P/ジュールサイズ						
				Pave	Pσ					
1	A	P	P	9.0	0.3	1161	41	○	○	
2	B	P	P	9.5	0.3	1121	47	○	○	
3	C	P	P	11.5	0.2	1115	45	○	○	
4	D	P	P	10.5	0.2	1158	45	○	○	
5	E	P	P	9.0	0.3	1178	44	○	○	
6	F	P	P	9.0	0.2	1211	43	○	○	
7	G	P	P	11.5	0.3	1191	41	○	○	
8	H	P	P	10.5	0.4	1140	43	○	○	
9	I	P	P	10.5	0.1	1184	44	○	○	
10	J	P	P	11.0	0.2	1109	48	○	○	
11	K	P	P	11.0	0.1	1164	38	○	○	
12	L	P	P	10.5	0.2	1185	41	○	○	

** :P:パーライト

[0061] [表6]

試験 No.	鋼種	圧延材組織**				圧延材 最大引張強度 TS(MPa)	圧延材 減面率 RA(%)	伸線性	コイルリング性 (折損回数)	SV性
		コイル密部	コイル疎部	Pジュールサイズ						
				Pave	Pσ					
13	A1	P	P	7.0	0.3	1160	35	X	5	○
14	A2	P	P	7.5	0.3	1231	29	X	-	○
15	C1	P+B	P+B	9.5	0.3	1138	53	X	-	X
16	E1	P	P	7.5	0.5	1192	32	X	5	○
17	G1	P	P	10.5	0.6	1182	42	○	2	○
18	J1	P	P	11.0	0.7	1101	39	○	7	○
19	J2	P+B	P+B	10.5	0.3	1168	43	X	-	X
20	J3	P+B+M	P+B+M	11.0	0.3	1138	53	X	-	X
21	M	P	P	9.5	0.3	1188	39	X	8	○
22	N	P	P	9.5	0.3	1164	41	X	15	○
23	O	P+B+M	P+B+M	10.0	0.4	1110	52	X	-	X
24	P	P+B	P+B	9.0	0.2	1135	51	X	-	X
25	Q	P	P	9.5	0.3	1194	49	X	5	○
26	R	P	P	9.5	0.1	1252	32	X	3	○
27	S	P	P	9.5	0.1	1076	48	X	5	○
28	T	P+B+M	P+B+M	11.0	0.2	1231	38	X	-	X
29	U	P+B	P+B	9.5	0.2	1108	47	X	-	X
30	V	P	P	10.0	0.2	1088	51	○	7	○
31	W	P	P	10.5	0.3	1171	41	X	-	X

** P:パーライト、B:ベイナイト、M:マルテンサイト

- [0062] 表5の試験N o. 1～12のものは、本発明で規定する要件を満足する例、表6の試験N o. 13～20のものは、化学成分組成は本発明で規定する範囲を満足する（鋼種A1、A2、C1、E1、G1、J1～J3）が、製造条件が本発明で規定する要件を満足しない例、試験N o. 21～31のものは、化学成分組成が本発明で規定する範囲を外れる（鋼種M～W）ものである。
- [0063] これらの結果から、次のように考察できる。まず試験N o. 1～12は、いずれもPノジュールが前記（1）式および（2）式で規定する要件を満足する微細パーライト組織となっているため、これらの鋼線材は、全て伸線性、コイルリング性およびSV性のいずれも良好な結果が得られている。
- [0064] 試験N o. 13は、圧延後の載置温度が高いために、徐冷領域（徐冷カバー入口）までに結晶粒が成長し、圧延材のPノジュールサイズも粗くなっており、伸線性およびコイルリング性が悪くなっている。試験N o. 14は、載置後の冷却が不十分なため、徐冷カバー入口でのコイル密部の温度が高くなっており、徐冷カバー内で結晶粒が成長し、圧延材のPノジュールサイズも粗くなり、伸線性が悪くなっている。
- [0065] 試験N o. 15は、載置後の冷却が過剰なため、徐冷カバー入口におけるコイル疎部の温度が低くなっており、徐冷カバー入口前で部分的にベイナイトが生成し、SV工程時に断線が発生した。試験N o. 16は、載置後の冷却速度が遅く、徐冷カバー入口までに結晶粒が成長し、圧延材のPノジュールサイズも粗くなっており、伸線性およびコイルリング性が悪くなっている。
- [0066] 試験N o. 17、18は、載置から徐冷カバー入口までのコイル密部とコイル疎部の冷却速度の調整が不十分であり、冷却速度の差異が2.0℃/秒、2.5℃/秒と大きいので、徐冷カバー入口における密部と疎部の温度差が70℃となって本発明の規程を外れたため、Pノジュールサイズの標準偏差 $P\sigma$ が大きくなり、コイルリング性が悪くなっている。
- [0067] 試験N o. 19は、徐冷カバー内での冷却速度が速いため、パーライト単相の組織とはならず、ベイナイトが生成し、SV時に断線が生じている。試

験No. 20は、徐冷カバー内での徐冷時間が短いため、パーライト単相の組織とはならず、ベイナイトやマルテンサイトが生成し、SV時に断線が生じている。

[0068] 試験No. 21、22、25～27は、各成分(C, Si, Cr, V, Cu)の含有量が過剰な鋼種(表2の鋼種M, N, Q, R, S)を用いている例であり、伸線性およびコイリング性が悪くなっている。

[0069] 試験No. 23、24、28、29、31は、各成分(Mn, Ni, Mo, Nb, B)の含有量が過剰な鋼種(表2の鋼種O, P, T, U, W)を用いている例であり、焼入れ性が向上したために、パーライト単相とはならず、ベイナイトやマルテンサイトが生成し、SV時に断線が生じている。

[0070] 試験No. 30は、Al含有量が過剰な鋼種(表2の鋼種V)を用いている例であり、AlN等の介在物が生成し、この介在物を起点としたコイリング断線が生じるため、コイリング性が悪くなっている。

[0071] これらの結果に基づき、Pノジュールサイズの標準偏差 $P\sigma$ と自径巻き折損回数の関係を図3に示す。尚、図中、「◆」で示したものはコイリング性が良好であるもの、「×」で示したものはコイリング性が不良であることを意味する。この結果から明らかなように、Pノジュールサイズの標準偏差 $P\sigma$ を所定の関係式を満足するように制御することによって、コイリング性が良好なばね用鋼線材が得られていることが分かる。

請求の範囲

[請求項1] 熱間圧延後の鋼線材であり、C：0.4～0.8%（「質量%」の意味、化学成分組成について以下同じ）、Si：1.5～3.5%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.03～0.4%およびAl：0.005%以下を夫々含有し、残部が鉄および不可避不純物からなり、パーライト面積率が90%以上である組織であり、且つ表面から0.5mm深さにおけるパーライトノジュールの粒度番号の平均値 P_{ave} およびその標準偏差 P_{σ} が、夫々下記（1）式、（2）式を満足することを特徴とするばね加工性に優れた高強度ばね用鋼線材。

$$8.0 \leq P_{ave} \leq 12.0 \dots (1)$$

$$0.0 < P_{\sigma} \leq 0.5 \dots (2)$$

[請求項2] 更に、V：0.5%以下（0%を含まない）、Nb：0.5%以下（0%を含まない）、Ni：2.0%以下（0%を含まない）およびMo：0.5%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる1種以上を含有する請求項1に記載の高強度ばね用鋼線材。

[請求項3] 更に、Cu：0.7%以下（0%を含まない）を含有する請求項1に記載の高強度ばね用鋼線材。

[請求項4] 更に、B：0.01%以下（0%を含まない）を含有する請求項1に記載の高強度ばね用鋼線材。

[請求項5] 請求項1～4のいずれかに記載の高強度ばね用鋼線材を製造する方法であって、熱間圧延後の鋼線材を載置温度：750～1000℃としてコイル状に巻き取った後、冷却コンベア上にて1℃/秒以上の冷却速度で750℃以下の温度まで急速且つ均一に線材を冷却し、引き続き行う徐冷の開始温度を、コイルの密部と疎部のいずれも650～750℃の範囲内で、且つコイルの密部と疎部の温度差を50℃以下となるようにして、

前記徐冷する領域において、下記（3）式で規定される冷却速度 V を1℃/秒未満とすることを特徴とする高強度ばね用鋼線材の製造方

法。

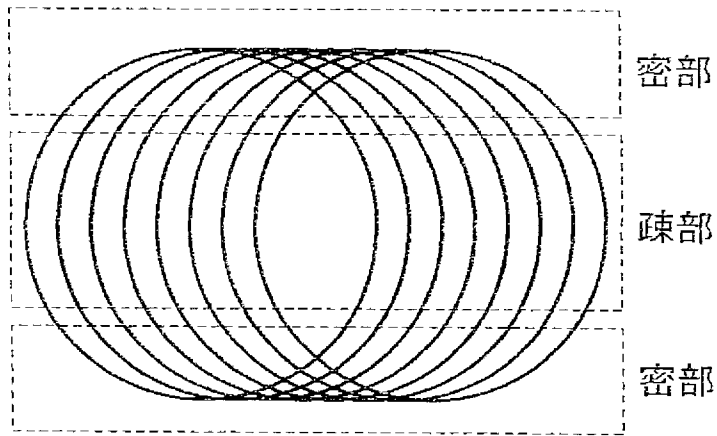
$$V (\text{°C}/\text{秒}) = (T_{in} - T_{out}) / t \dots (3)$$

但し、 T_{in} : 徐冷領域入り側における鋼線材温度 (°C)、 T_{out} : 徐冷領域出側における鋼線材温度 (°C)、 t : 鋼線材の徐冷領域滞在時間 (秒)

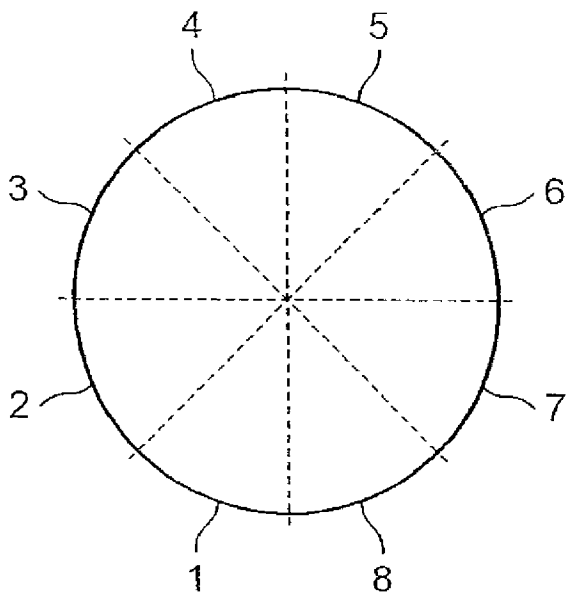
[請求項6] 前記鋼線材の徐冷領域滞在時間 t を 50 秒以上とする請求項 5 に記載の製造方法。

[請求項7] 請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の高強度ばね用鋼線材から得られた高強度ばね。

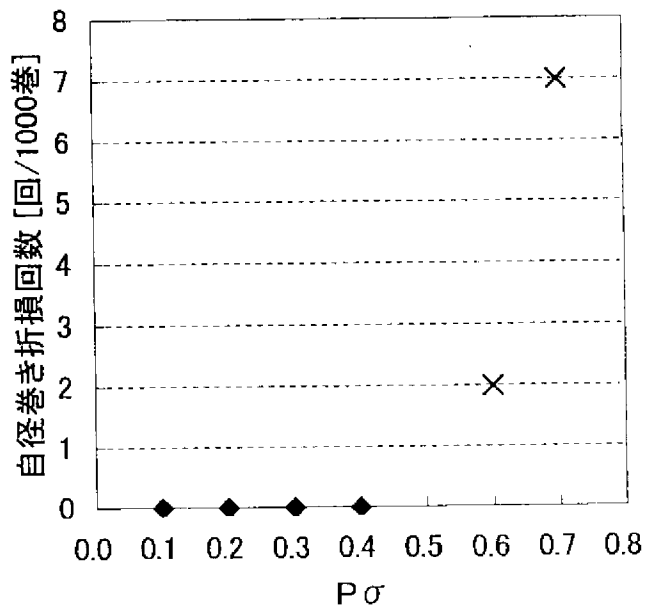
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054773

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C21D9/52(2006.01)i, C22C38/18(2006.01)i, C22C38/54(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, C21D9/52

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.
P, A	WO 2012/029812 A1 (Kobe Steel, Ltd.), 08 March 2012 (08.03.2012), & JP 2012-72492 A	1-7
A	JP 11-199977 A (Kobe Steel, Ltd.), 27 July 1999 (27.07.1999), (Family: none)	1-7
A	JP 2007-131945 A (Nippon Steel Corp.), 31 May 2007 (31.05.2007), & US 2010/0212786 A1 & EP 2083094 A1 & WO 2008/044356 A1 & KR 10-2008-0058294 A & CN 101331244 A & BRA PI0702884	1-7

 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
26 March, 2013 (26.03.13)Date of mailing of the international search report
02 April, 2013 (02.04.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054773

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 2004-137597 A (Kobe Steel, Ltd.), 13 May 2004 (13.05.2004), & US 2006/0048864 A1 & EP 1577410 A1 & WO 2004/029315 A1 & CA 2500108 A & TW 228542 B & KR 10-2005-0057267 A & CN 1685072 A	1-7
A	JP 2008-7856 A (Nippon Steel Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), (Family: none)	1-7
A	WO 2007/139234 A1 (Nippon Steel Corp.), 06 December 2007 (06.12.2007), & US 2011/0284139 A1 & US 2009/0087336 A1 & EP 2025769 A1 & CN 101341270 A & BRA PI0702892 & KR 10-2008-0017433 A & CA 2617381 A & KR 10-1018054 B	1-7
A	JP 2002-180199 A (Kobe Steel, Ltd.), 26 June 2002 (26.06.2002), & US 2003/0024610 A1 & EP 1347072 A1 & WO 2002/050328 A1 & DE 60129463 D & DE 60129463 T	1-7
A	JP 2003-253391 A (Daido Steel Co., Ltd.), 10 September 2003 (10.09.2003), (Family: none)	1-7
A	JP 2009-68030 A (Kobe Steel, Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), & US 2009/0065105 A1 & CN 101386957 A	1-7
A	JP 2007-231347 A (Kobe Steel, Ltd.), 13 September 2007 (13.09.2007), & US 2009/0007998 A1 & EP 1990436 A1 & WO 2007/099671 A1 & CA 2642935 A & KR 10-2008-0091269 A & CN 101389778 A & BRA PI0621472	1-7
A	JP 2000-256740 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 19 September 2000 (19.09.2000), (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C21D9/52(2006.01)i, C22C38/18(2006.01)i, C22C38/54(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 (IPC))
 Int.Cl. C22C1/00-49/14, C21D9/52

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
P, A	WO 2012/029812 A1 (株式会社神戸製鋼所) 2012.03.08, & JP 2012-72492 A	1-7
A	JP 11-199977 A (株式会社神戸製鋼所) 1999.07.27, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2007-131945 A (新日本製鐵株式会社) 2007.05.31, & US 2010/0212786 A1 & EP 2083094 A1 & WO 2008/044356 A1 & KR 10-2008-0058294 A & CN 101331244 A & BRA PI0702884	1-7

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 26.03.2013	国際調査報告の発送日 02.04.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 河野 一夫 電話番号 03-3581-1101 内線 3435

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 2004-137597 A (株式会社神戸製鋼所) 2004. 05. 13, & US 2006/0048864 A1 & EP 1577410 A1 & WO 2004/029315 A1 & CA 2500108 A & TW 228542 B & KR 10-2005-0057267 A & CN 1685072 A	1 - 7
A	JP 2008-7856 A (新日本製鐵株式会社) 2008. 01. 17, (ファミリーなし)	1 - 7
A	WO 2007/139234 A1 (新日本製鐵株式会社) 2007. 12. 06, & US 2011/0284139 A1 & US 2009/0087336 A1 & EP 2025769 A1 & CN 101341270 A & BRA PI0702892 & KR 10-2008-0017433 A & CA 2617381 A & KR 10-1018054 B	1 - 7
A	JP 2002-180199 A (株式会社神戸製鋼所) 2002. 06. 26, & US 2003/0024610 A1 & EP 1347072 A1 & WO 2002/050328 A1 & DE 60129463 D & DE 60129463 T	1 - 7
A	JP 2003-253391 A (大同特殊鋼株式会社) 2003. 09. 10, (ファミリーなし)	1 - 7
A	JP 2009-68030 A (株式会社神戸製鋼所) 2009. 04. 02, & US 2009/0065105 A1 & CN 101386957 A	1 - 7
A	JP 2007-231347 A (株式会社神戸製鋼所) 2007. 09. 13, & US 2009/0007998 A1 & EP 1990436 A1 & WO 2007/099671 A1 & CA 2642935 A & KR 10-2008-0091269 A & CN 101389778 A & BRA PI0621472	1 - 7
A	JP 2000-256740 A (住友金属工業株式会社) 2000. 09. 19, (ファミリーなし)	1 - 7