

(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



(10) 国際公開番号

W O 2012/093506 A 1

(43) 国際公開日

2012 年 7 月 12 日 (12.07.2012)

W P O | P C T

- (51) 国際特許分類 :
C22C 38/00 (2006.01) C21D 7/06 (2006.01)
C22C 38/46 (2006.01) C21D 9/02 (2006.01)
F16F 1/02 (2006.01) C22C 38/54 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/068916
- (22) 国際出願日 : 201 1 年 8 月 23 日 (23.08.201 1)
- (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 201 1-001524 201 1 年 1 月 6 日 (06.01.201 1) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):中央
発條株式会社 (CHUO HATSUJO KABUSHIKI
KAISHA) [JP/JP]; 〒4588505 愛知県名古屋市緑区
鳴海町字上汐田 6 8 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者 ;および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ):久野 隆紀
(KUNO Takanori) [JP/JP]; 〒4588505 愛知県名古屋
市緑区鳴海町字上汐田 6 8 番地 中央発條株
会社内 Aichi (JP). 脇田 将見 (WAKITA Masami)
- (74) 代理人 :特許業務法人 快友国際特許事務所
(KAI-U PATENT LAW FIRM); 〒4500002 愛知県名
古屋市中村区名駅二丁目 4 5 番 1 4 号 日石名
駅ビル 7 階 Aichi (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, BR, BW, BY, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: SPRING HAVING EXCELLENT CORROSION FATIGUE STRENGTH

(54) 発明の名称 :腐食疲労強度に優れたばね

[図1]

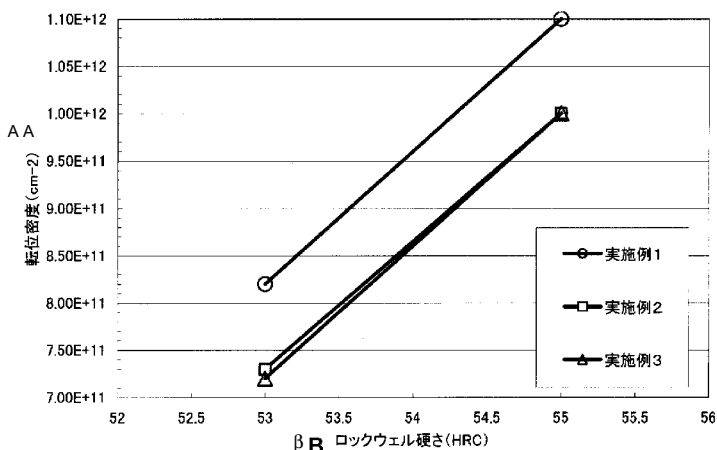


FIG. 1:
 AA DISLOCATION DENSITY (CM-2)
 BB ROCKWELL HARDNESS (HRC)
 CC EXAMPLE 1
 DD EXAMPLE 2
 EE EXAMPLE 3

(57) Abstract: This spring has a Rockwell hardness of HRC 53 to HRC 56. If the Rockwell hardness of the spring is denoted as H, in a Rockwell hardness range of HRC 53 to HRC 56, the dislocation density p (cm⁻²) satisfies formula (1), and the prior austenite grain size number is no. 10 or higher. (Formula 1) $p \geq 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12}$

(57) 要約 : 本明細書で開示するばねは、ロックウェル硬さが HRC 53 ~ HRC 56 である。そのばねは、ロックウェル硬さ HRC 53 ~ HRC 56 の範囲において、ロックウェル硬さを H としたときの転位密度 p (cm⁻²) が、式 (1) を満足しており、旧オーステナイト結晶粒度番号が NO. 10 以上である。(式 1) $p \geq 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12}$



WO 2012/093506 A1

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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))

明 細 書

発明の名称 : 腐食疲労強度に優れるばね

技術分野

[0001] 本出願は、2011年1月6日に出願された日本国特許出願第2011-001524号に基づく優先権を主張する。その出願の全ての内容は、この明細書中に参照により援用されている。本出願は、ばねに関する。特に、高強度でありながら、腐食疲労強度に優れるばねに関する。

背景技術

[0002] 近年、高強度のばねが求められるようになってきている。一般的に、ばねの高強度化を図ると、靱性、腐食疲労強度等が劣化する傾向が見られる。特開2008-261055号公報には、旧オーステナイト平均粒径Dが20 μ m以下で、平均マルテンサイトラス長さが旧オーステナイト平均粒径Dの30%以下であるばねが開示されている。特開2008-261055号公報には、そのような特徴を有するばねは、高強度であるとともに高い靱性を有すると記載されている。以下の説明では、特開2008-261055号公報を特許文献1と称す。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 特許文献1に記載されているばねであっても、ばねに要求される特性を必ずしも十分に満足しているとはいえない。特に、車両用懸架装置等に使用されるばねでは、ばねが腐食するような環境中でも高い耐久性を有することが求められている。以下の説明では、ばねが腐食した状態におけるばねの耐久性を、腐食疲労強度と称する。腐食疲労強度のレベルを測る試験方法として、繰返し腐食疲労試験が知られている。繰返し腐食疲労試験は、ばねの一部に脆弱部を形成し、ばねが腐食する環境中で、ばねに繰返し荷重を加える。繰返し腐食疲労試験では、ばねに破損が生じたときの繰返し回数で腐食疲労強度のレベルを判断する。高い腐食疲労強度が要求される分野では、繰返し

腐食疲労試験を4万回行っても破損しないばねが求められている。本明細書で開示する技術は、高強度でありながら、腐食疲労強度に優れた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

[0004] 本明細書で開示する技術は、ばねを構成している鋼材の転位密度と、その鋼材の旧オーステナイト結晶粒度とを所定の条件とすることで、ロックウェル硬さがHRC 53～56と高強度でありながら、繰返し腐食疲労試験を4万回実施しても破損しないばねを提供するものである。

[0005] 本明細書で開示するばねは、ロックウェル硬さがHRC 53～HRC 56である。さらに、そのばねは、ロックウェル硬さがHRC 53～HRC 56の範囲において、ロックウェル硬さをHとしたときの転位密度 p (cm^{-2})が、下記式(1)を満足しており、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10以上である。

$$p \geq 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12} \dots (1)$$

[0006] 従来より、ばねの旧オーステナイト結晶粒度(あるいは、旧オーステナイト粒径)を調整したり、転位密度を調整することは行われてきた。しかしながら、旧オーステナイト結晶粒度のみ、あるいは、転位密度のみを調整するだけでは、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格する高強度ばね(ロックウェル硬さがHRC 53～HRC 56であるばね)は得られなかった。例えば、ロックウェル硬さをHRC 55としたばねでは、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10以上であっても、転位密度が 1.0×10^{12} 以上でなければ、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格しない。一方、転位密度が 1.0×10^{12} 以上であっても、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10未満であれば、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格しない。すなわち、ロックウェル硬さをHRC 55としたばねでは、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10以上であり、かつ、転位密度が 1.0×10^{12} 以上となる場合にのみ、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格する。本発明者らは、旧オーステナイト結晶粒度と転位密度との関係について種々検討することにより、上記条件

を見出した。それにより、本発明者らは、繰返し腐食疲労試験を4万回実施しても破損しないばねを得ることに成功した。

[0007] なお、ばねの転位密度は、ばねのロックウェル硬さにほぼ比例する。ロックウェル硬さがHRC 53～HRC 56の範囲においては、実際の転位密度が下記式(2)の計算式から得られる転位密度 p 以上であれば、腐食疲労試験に合格するための転位密度に関する条件を満足する。例えば、下記式(2)の H (ロックウェル硬さHRC)に55を代入すると、転位密度 p は 1.0×10^{12} となる。すなわち、下記式(2)は、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格した鋼材種の異なるばねについてロックウェル硬さと転位密度の関係を研究し、最も転位密度 p の値が小さくなる鋼材種から得た計算式である。よって、実際の転位密度が上記式(1)を満足するものであれば、腐食疲労試験に合格するための転位密度に関する条件を満足する。上記式(1)を用いることにより、ロックウェル硬さがHRC 53～HRC 56の範囲において、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格するか否かを判断することができる。

$$p = 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12} \dots (2)$$

[0008] ここで、繰返し腐食疲労試験について説明する。ばねが腐食疲労により破壊する原因として、腐食によればねの表面に微細な穴(ピット)が生じ(以下、腐食ピットと称す)、その腐食ピットに応力が集中することが挙げられる。ばねに腐食ピットが生成することを抑制することは困難である。そのため、腐食ピットが生成しても疲労強度が低下しないばねが望まれる。ばねの腐食疲労強度は、繰返し腐食疲労試験により数値化することができる。すなわち、腐食疲労試験を繰り返し行い、ばねが破壊するまでの繰り返し回数により、ばね用鋼の腐食疲労強度を評価することができる。腐食疲労試験の詳細については後述する。

[0009] 本明細書で開示するばねは、焼戻マルテンサイトを含んでいるとともに、Si(ケイ素)を質量 ρ_0 で2.1%以上2.4%以下含んでいてもよい。Si量を上記範囲に調整すれば、焼入れ焼戻しによりばねを所望の強度に調整

することができる。典型的には、S i量を上記範囲に調整すれば、ばねのロックウエル硬さをHRC 53～HRC 56に容易に調整することができる。なお、本明細書でいう「焼戻マルテンサイト」とは、ばね用鋼を高温で加熱した後急冷することによってオーステナイト組織からマルテンサイト組織に変態させ、さらに所定温度（オーステナイトに変態する温度よりも低温）に加熱した後冷却したものをいう。

[001 0] 本明細書で開示するばねは、焼戻マルテンサイトに含まれる炭化物のうち、最小長さが15 nm未満の炭化物の数が炭化物の全数の40%以上であってもよい。なお、本明細書でいう「最小長さ」とは、炭化物の外縁に接する矩形を形成したときに、その矩形の短辺の長さのことをいう。炭化物の形状が球の場合、球の直径が「最小長さ」に相当する。炭化物が針状の場合、炭化物の厚み（幅）が「最小長さ」に相当する。

[001 1] 本明細書で開示するばねは、質量%で、炭素を0.35%以上0.55%以下、マンガン0.20%以上1.50%以下、クロム0.10%以上1.50%以下含んでおり、さらに、ニッケル、モリブデン、バナジウムから選択される1種又は2種以上の元素を、ニッケル0.40%以上3.00%以下、モリブデン0.05%以上0.50%以下、バナジウムに0.5%以上0.50%以下含んでおり、残部が鉄及び不可避不純物からなるものであってもよい。

[001 2] さらに、本明細書で開示するばねは、マンガンが0.40%以上0.50%以下であってもよい。さらにまた、本明細書で開示するばねは、ニッケルが0.50%以上0.60%以下であってもよい。

図面の簡単な説明

[001 3] [図1]ばねのロックウエル硬さと、転位密度の関係を示す。

[図2]炭化物のサイズと、炭化物の全数に対する累積割合の関係を示す。

発明を実施するための形態

[0014] ばねの転位密度及び旧オーステナイト結晶粒度を適値に調整することにより、ばねの腐食疲労強度を向上させることができる。ばねの腐食疲労強度を

向上させることにより、繰返し腐食疲労試験を4万回行っても破損しないばねを得ることができる。すなわち、ばねのロックウェル硬さがHRC53～HRC56の範囲において、下記式(1)を満足し、ばねの旧オーステナイト結晶粒度番号をNO.10以上とすることにより、4万回の繰返し腐食疲労試験に合格するばねを得ることができる。例えば、ロックウェル硬さがHRC55のときのばねの転位密度が 1.0×10^{12} 以上であるか否かについては、下記式(1)で判断することができる。下記式(1)を満足する場合、ロックウェル硬さがHRC55のときのばねの転位密度が 1.0×10^{12} 以上となる。下記式(1)を満足しない場合、ロックウェル硬さがHRC55のときのばねの転位密度が 1.0×10^{12} 未満となる。繰返し腐食疲労試験の試験方法については後述する。

$$p \geq 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12} \dots (1)$$

[0015] 上記式(1)は、様々な組成のばねについて、ロックウェル硬さを変化させ、各々のロックウェル硬さのときの転位密度を計算することによって導かれた式である。詳細については後述する。

[0016] ばねを構成している鋼材中に、焼戻マルテンサイトが含まれることが好ましい。その場合、鋼材中に含まれるSiを質量%で2.1%以上2.4%以下に調整することで、焼入れ焼戻しにより所望の強度のばねを容易に得ることができる。典型的には、Siを質量%で2.1%以上2.4%以下に調整することで、ロックウェル硬さがHRC53～HRC56程度のばねを容易に得ることができる。鋼材中のSi量が2.1%未満の場合、焼戻マルテンサイト中に大きなサイズの炭化物が析出しやすくなる、その結果、高い強度(HRC53～HRC56)を維持しつつ、高い腐食疲労強度のばねを得ることが困難になることがある。鋼材中のSi量が2.4%を超えると、ばね用鋼を圧延するときに脱炭が生じやすくなる。その結果、高い強度を維持しつつ、高い腐食疲労強度のばねを得ることが困難になることがある。高い強度と高い腐食疲労強度を容易に両立するという観点から、ばねを構成している鋼材中に含まれるSi量を2.1%以上2.4%以下とすることが好まし

し。より好ましくは、S i量は、2.2%以上2.4%以下である。

[001 7] 本実施例に開示するばねは、上記した転位密度及び旧オーステナイト結晶粒度の条件だけを充足していてもよいが、上記したS i量の範囲をさらに充足していることが好ましい。上記したS i量の範囲を充足していることにより、強度や腐食疲労強度に優れたばねを容易に得ることができる。

[001 8] ばねを構成している鋼材中に含まれる炭化物について説明する。炭素鋼をオーステナイトから急冷すると、マルテンサイトに変態する。その後、その炭素鋼を所定の温度に加熱することによって、焼戻マルテンサイトになる。焼戻マルテンサイト中には炭化物が存在する。ばねを製造するための鋼（以下、ばね用鋼という）では、焼戻マルテンサイト中の炭化物のサイズが、強度、腐食疲労強度に影響を及ぼす。焼戻マルテンサイトに含まれる炭化物のうち、最小長さが15nm未満の炭化物の数が炭化物の全数の40%以上になるように調整することが好ましい。なお、最小長さが15nm未満の小サイズ炭化物の数が増加すると、相対的に最小長さが15nm以上の粗大な炭化物の数が減少する。以下の説明では、最小長さが15nm未満の炭化物を「小サイズ炭化物」と称し、最小長さが15nm以上の炭化物を「粗大炭化物」と称することがある。

[001 9] 焼戻マルテンサイトに含まれる粗大炭化物の割合を減少させることにより、良好な強度を維持しつつ、腐食疲労強度に優れたばね用鋼が得られる。そのばね用鋼を用いてばねを製造すれば、HRC53～HRC56の強度を実現しつつ、腐食疲労強度が良好なばねを得ることができる。なお、焼戻マルテンサイトに含まれる小サイズ炭化物の割合は、好ましくは炭化物の全数の50%以上であり、より好ましくは炭化物の全数の60%以上である。

[0020] ばね用鋼（あるいは、ばね）は、質量%で、炭素（C）を0.35%以上0.55%以下、マンガン（Mn）を0.20%以上1.50%以下、クロム（Cr）を0.10%以上1.50%以下含んでもよい。

[0021] Cは、ばね用鋼に、質量%で0.35%以上0.55%以下含まれていることが好ましい。ばね用鋼に含まれるCがこの範囲であると、焼入れ焼戻し

によって高い強度のばねが得られやすい。C量が0.35%未満の場合、焼入れ焼戻しによって高い強度が得られにくい。また、C量が0.55%を超えると、ばね用鋼の靱性が低下するおそれがある。その結果、ばね用鋼の製造過程における水焼入れの際に、焼割れが生じるおそれがある。また、C量が0.55%を超えると、ばねの腐食疲労強度が低下するおそれがある。高い腐食疲労強度を容易に得るという観点から、他の合金成分との関係もあるが、好ましくは、ばね用鋼に含まれるC量は、0.45%以上0.50%以下である。C量がこの範囲であると、良好な強度を実現しやすいとともに、他の合金成分との関係でも良好な腐食疲労強度のばねが得られやすくなる。より好ましくは、C量の上限は、0.49%であり、さらに好ましくは0.48%である。またC量の下限は、好ましくは0.46%であり、より好ましくは0.47%である。

[0022] Mnは、ばね用鋼に、質量%で0.20%以上1.50%以下含まれていることが好ましい。ばね用鋼に含まれるMnがこの範囲であると、高い腐食疲労強度のばねが得られやすい。Mn量が1.50%を超えると、ばねの腐食疲労強度が低下する傾向にあり、Mn量が0.20%未満であると、ばねの強度や焼入れ性が不足する傾向がある。また、Mn量が0.20%以上1.50%以下の範囲外の場合、ばね用鋼の製造過程における圧延の際に、鋼材が割れやすくなる傾向がある。より好ましくは、ばね用鋼に含まれるMn量の上限は0.70%であり、さらに好ましくは0.45%である。また、より好ましくは、ばね用鋼に含まれるMn量の下限は0.40%である。

[0023] Crは、ばね用鋼に、質量%で0.10%以上1.50%以下含まれていることが好ましい。ばね用鋼に含まれるCrがこの範囲であると、高い強度のばねが得られやすく、焼入れ性を向上させることもできる。Cr量が0.10%未満であると、上記の効果が得られにくい。なお、Cr量が1.50%を超えると、焼戻し後の鋼材の組織が不均一になり易く、ばねの耐へたり性を低下させるおそれがある。より好ましくは、ばね用鋼に含まれるCr量の上限は0.30%である。また、ばね用鋼に含まれるCr量の下限は0.

15%であることがより好ましく、0.25%以上であることが特に好ましい。

[0024] ばね用鋼は、ニッケル (Ni)、モリブデン (Mo) 及びバナジウム (V) から選択される1種又は2種以上を、質量%で、Ni:0.40%以上3.00%以下、Mo:0.05%以上0.50%以下、V:0.05%以上0.50%以下含んでいてもよい。これにより、高い腐食疲労強度が得られつつ、良好な靱性のばねが得られる。なお、ばね用鋼は、Ni、Mo及びVの全ての元素を上記濃度で含んでいることが好ましい。

[0025] ばね用鋼に含まれるNiは、質量%で0.40%以上3.00%以下であることが好ましい。ばね用鋼に含まれるNiがこの範囲であると、ばねの耐腐食性を向上させることができる。すなわち、ばね用鋼に含まれるNiが上記範囲であると、錆にくいばねを得ることができる。Ni量が0.40%未満であると、ばねを錆にくくする効果が不十分である。また、Ni量が3.00%を超えると、ばねの耐腐食性の向上効果が飽和する傾向にある。すなわち、Ni量が3.00%までは、Ni量の増加に伴ってばねの耐腐食性が向上する。しかしながら、Ni量が3.00%を超えると、Ni量を増加しても、Ni量が3.00%のときのばねの耐腐食性とほぼ同じである。そのため、他の特性との兼ね合いより、ばね用鋼に含まれるNi量は3.00%以下であることが好ましい。より好ましくは、Ni量の上限は1.00%であり、さらに好ましくは、0.55%である。また、より好ましくは、ばね用鋼に含まれるNi量の下限は0.50%である。ばね用鋼は、上記したNi、Mo及びVのうち、少なくともNiを含有していることが好ましい。

[0026] ばね用鋼に含まれるMoは、質量%で0.05%以上0.50%以下であることが好ましい。ばね用鋼に含まれるMoがこの範囲であると、ばねの腐食疲労強度をより高くさせることができる。Mo量が0.05%未満であると、ばねの腐食疲労強度の向上効果を十分に得ることができない。Mo量が0.50%を超えると、ばねの腐食疲労強度の向上効果が飽和する傾向がある。他の特性との兼ね合いより、ばね用鋼に含まれるMo量は0.50%以

下であることが好ましい。Mo量は、0.20%以下であることがより好ましく、0.10%以下であることが特に好ましい。

[0027] ばね用鋼に含まれるVは、質量%で0.05%以上0.50%以下であることが好ましい。ばね用鋼に含まれるVがこの範囲であると、ばね用鋼の結晶が微細化されやすい。すなわち、ばね用鋼に含まれるVが上記範囲であると、旧オーステナイト結晶粒度番号が大きく（旧オーステナイト粒径が小さく）なりやすい。V量が0.05%未満であると、ばね用鋼の結晶を微細化する効果を十分に得ることができない。V量が0.50%を超えると、ばねの靱性が低下しやすくなる。また、V量が0.50%を超えると、ばねの表面に腐食ピットが形成されやすくなり、亀裂破壊の起点となるおそれがある。腐食ピットが形成されやすいということは、ばねの耐久性が低下しやすいことを意味する。ばね用鋼に含まれるV量は、0.15%以下あることがより好ましく、0.10%以下であることがさらに好ましい。

[0028] ばね用鋼は、P（リン）を含有していてもよい。しかしながら、Pは、ばね用鋼の結晶粒界を脆弱化させる傾向がある。そのため、ばね用鋼に含まれるPは、質量%で0.010%以下とすることが好ましく、0.005%以下とすることがより好ましい。

[0029] ばね用鋼は、S（硫黄）を含有していてもよい。Sは、Pと同様に、ばね用鋼の結晶粒界を脆弱化させる傾向がある、そのため、ばね用鋼に含まれるSは、質量%で0.010%以下であることが好ましく、0.005%以下であることがさらに好ましい。

[0030] ばね用鋼は、Cu（銅）を含有していてもよい。ばね用鋼に含まれるCuは、質量%で0.25%以下であることが好ましく、より好ましくは、0.01%以下である。

[0031] ばね用鋼は、以上説明した合金成分のほか、Ti（チタン：好ましくは、質量%で0.005%以上0.030%以下）を含有することができる。また、B（ホウ素：好ましくは、質量%で0.0015%以上0.0025%以下）を含有することができる。ばね用鋼は、上記した合金成分に加えて不

可避不純物を含有しており、残部はFe（鉄）である。

[0032] ここで、ばねの製造方法について説明する。ばねは、ばね用鋼に、公知の熱間成形法、冷間成形法、温間成形法を適用して製造することができる。以下に、コイル状のばねの製造方法について説明する。まず、ばね用鋼を丸鋼、線材又は線あるいは板材等に加工する。その後、ばね用鋼をコイル状に成形する。次に、コイル状に成形したばね用鋼に対して温間ショットピーニングを行う。その後、コイル状のばね用鋼に対してホットセツチングを行うことにより、ばねを製造することができる。上記した各工程の間に、熱処理、冷間ショットピーニング、冷間セツチング等の工程を経ることもある。上記の製造方法により、例えば、自動車懸架用コイルばねを製造することができる。

[0033] コイル成形工程は、熱間（ばね用鋼が再結晶する温度以上の温度）で行ってもよいし、温間（ばね用鋼が再結晶する温度未満の温度）又は冷間（典型的には室温）で行ってもよい。また、ばね用鋼をコイル状に成形する方法としては、公知の種々の方法を用いることができる。例えば、コイリンダマシンを用いてばね用鋼をコイル状に成形してもよいし、心金に巻き付ける方法によればばね用鋼をコイル状に成形してもよい。

[0034] 熱処理工程は、コイル成形工程後に行われる。熱処理工程は、コイル成形工程が熱間で行われたか、温間又は冷間で行われたかによつて異なる方法で行われる。コイル成形工程が熱間で行われた場合、熱処理工程では、コイル状に成形したばね用鋼に焼入れと焼戻しを行う。焼入れ焼戻しにより、コイルに強度と靱性が付与される。コイル成形工程が冷間で行われた場合、コイル状に成形したばね用鋼に低温焼鈍を行う。低温焼鈍を行うことにより、コイル内部及び表面の残留応力（典型的には、引張りの残留応力）を除去することができる。コイルの焼入れ焼戻し、並びに、コイルの低温焼鈍は、公知の種々の方法によつて行うことができる。

[0035] 温間ショットピーニング工程は、上記の熱処理が行われたコイルに対して温間でショットピーニングする。温間ショットピーニングにより、コイル表

面に大きな圧縮残留応力が付与される。それにより、コイル（コイル状のばね）の耐久性、腐食疲労強度が向上する。ここで、ショットピーニングを行う温度は、線材の再結晶温度以下で、かつ、室温より高い温度となる温度範囲内で適宜設定することができる。例えば、コイルの温度を150℃以上400℃以下程度とすることができる。なお、鋼球のショット方法としては、公知の種々の方法を用いることができる。

[0036] ホットセッチング工程は、コイルの温度を温間とした状態で行う。ホットセッチングを行うことにより、コイルに方向性のある圧縮残留応力が付加される。これにより、コイルの耐久性が向上する。また、ホットセッチングを行うことにより、コイルが弾性限界を超え、コイルに塑性変形が生じる。これにより、コイルの耐へたり性が向上する。ホットセッチングを行う温度は、室温より高い温度であり、ばね用鋼が再結晶する温度未満の温度範囲内において適宜設定することができる。例えば、ホットセッチングは、150℃以上400℃以下程度の温度範囲で行うことができる。このような温度範囲でホットセッチングを行うことにより、コイルに生じる塑性変形量を大きくすることができ、コイルの耐へたり性を向上させることができる。ホットセッチングは、公知の種々の方法によって行うことができる。なお、例えば自動車懸架用コイルばねの場合、セッチングのへたり代 δh は、自動車懸架用コイルばねの全長 L （あるいは、コイルばねをセットしたときの全長 L_s ）に応じて適宜決定することができる。

[0037] 冷間ショットピーニング工程は、コイルの温度を常温にした状態で行う。上記した温間ショットピーニングに加えてさらに冷間ショットピーニングを行うことによって、コイルの耐久性をより向上させることができる。なお、冷間ショットピーニングで用いる鋼球の径は、温間ショットピーニングで用いる鋼球の径より小さいことが好ましい。例えば、温間ショットピーニングに使用する鋼球の径が直径1.2mmの場合、冷間ショットピーニングに使用する鋼球の径は0.8mmとする。温間ショットピーニングと冷間ショットピーニングを行うことにより、先に行われる温間ショットピーニングでコイ

ルに大きな圧縮残留応力が付与され、後に行われる冷間ショットピーニングでコイルの表面粗さが改善され、コイルの耐久性、腐食疲労強度等が一層向上する。なお、鋼球のショット方法としては、公知の種々の方法を用いることができる。

[0038] 冷間セツチング工程は、コイルの温度を常温にした状態行う。上記ホットセツチングに加えてさらに冷間セツチングを行うことによって、コイルの耐へたり性をより向上させることができる。例えば自動車懸架用コイルばねの場合、冷間セツチングのへたり代 δ_c は、自動車懸架用コイルばねの全長 L （セットしたときの全長 L_s ）に応じて適宜決定することができる。なお、冷間セツチングのへたり代 δ_c は、温間セツチングのへたり代 δ_h より小さいことが好ましい。

[0039] なお、ばね用鋼をコイル状に成形した後にホットセツチングを行い、その後温間ショットピーニングを行ってもよい。また、上記した冷間ショットピーニング工程及び冷間セツチング工程を省略し、温間ショットピーニング工程及びホットセツチング工程のみを行うこともできる。さらに、上記の各工程以外の他の工程を含んでいてもよい。例えば、ホットセツチング後にはばね用鋼を水冷する工程を行ってもよい。

[0040] 以上説明したように、本明細書で開示する技術によれば、高強度でかつ腐食疲労強度など耐久性に優れるばねを得ることができる。これらのばねは、車両用懸架装置等で使用されるコイルばね、板ばね、トーションバー、スタビライザ等に好適に用いることができる。

実施例

[0041] 以下、実施例について説明する。なお、以下の実施例は、本発明を説明するための具体例であって、本発明を限定するものではない。

[0042] 以下の表1に示す化学組成を有する実施例及び比較例の鋼を、真空溶解炉で2トン溶解した後、分塊圧延し、その後線材に圧延することにより、ばね用鋼を製造した。

[0043]

[表 1]

	質量%												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu	Cr	Mo	V	Ti	B	Nb
実施例1	0.48	2.40	0.45	0.004	0.004	0.53	0.01	0.28	0.09	0.10	0.024	0.0020	0
実施例2	0.47	2.18	0.44	0.004	0.004	0.53	0.01	0.29	0.09	0.10	0.023	0.0021	0
実施例3	0.46	2.17	0.69	0.005	0.007	0.27	0.01	0.19	0.08	0.09	0.024	0.0021	0
比較例1	0.48	1.80	0.70	0.006	0.004	0.27	0.01	0.19	0.10	0.08	0.018	0.0017	0
比較例2	0.47	2.18	0.77	0.010	0.002	0.97	0.26	0.36	0.00	0.20	0	0.0020	0.030
比較例3	0.49	1.98	0.72	0.007	0.006	0.51	0.01	0.17	0	0.19	0.021	0.0022	0

[0044] 表 1 に示す化学組成を有するばね用鋼の線材について、旧オーステナイト結晶粒度、転位密度、小サイズ炭化物割合の測定を行った。まず、上記測定に用いた試料の製造方法について説明する。ばね用鋼の線材を、表面研削後、焼入れ加熱し、その後熱間でコイルに成形し、さらに焼入れ焼戻しすることにより、ばねとした。そのばねを測定用の試料とした。なお、線材の焼入れ加熱条件は高周波誘導加熱 990℃ に設定し、ばね硬さ（焼戻し後硬さ）が HRC 55 になるように焼戻し条件を調整した。得られたばねの概要を以下の表 2 に示す。また、実施例 1～3 及び比較例 2 の鋼については、焼戻し条件を調整することにより、ばね硬さ HRC 53 のばねも製造した。

[0045] [表 2]

ばね形状	線径 (mm)	コイル平均径 (mm)	自由長 (mm)	有効巻数 (巻)	ばね定数 (N/mm)
円筒型	φ12.4	φ110.9	323.0	4.05	39.1

[0046] 旧オーステナイト結晶粒度の測定方法について説明する。旧オーステナイト結晶粒度は、上記製造方法で得られた HRC 55 のばねを用いて、JIS G 0551 に基づいて算出した。結果を表 3 に示す。

[0047]

[表3]

	旧オーステナイト 結晶粒度番号	転位密度		小サイズ炭化物割合 (%)	腐食耐久回数
		HRC55	HRC53		
実施例1	11.2	1.1E+12	8.2E+11	68.3	59021
実施例2	11.0	1.0E+12	7.3E+11	55.4	49493
実施例3	10.4	1.0E+12	7.3E+11	52.4	41307
比較例1	9.8	9.7E+11		25.8	26538
比較例2	9.7	1.0E+11			31636
比較例3	11.6	9.9E+10			35813

[0048] 次に、転位密度の測定方法について説明する。転位密度は、旧オーステナイト結晶粒度と同様にHRC55のばねを用いて測定用の試料を作成した。まず、ばねの一部を、長手方向に直交する面で切り出した。次いで、その面を鏡面仕上げした後に、塩化アンモニウム水溶液を使用して電解研磨を実施し、測定用の試料を作成した。得られた試料について、電解研磨した横断面の中心部のX線回折測定を実施した。X線回折測定の条件を表4に示す。

[0049] [表4]

Characteristic X-ray	Cr-Ka
Tube voltage , kV	40
Tube current , mA	30
Diffraction plane	Fe 211
Diffraction angle , 2 θ , deg	156.4
Scanning range , deg	146.11 ~ 165.91
Step width , deg	0.03
Incident time , sec	150
Incident angle , deg	0

[0050] X線回折測定を実施した後、測定プロファイルから、バックグラウンド及び $K\alpha 2$ 成分を除去した。バックグラウンド除去は、Sonnevelt法を利用して両端5点で行った。また、 $K\alpha 2$ 成分の除去は、Rachinger法を利用して強度比0.50で行った。

[0051] ばねの転位密度 (ρ) は、バックグラウンド及び $K\alpha 2$ 成分を除去した回折プロファイルについて擬フォクト (pseudo Voigt) 関数を用いて算出した。転位密度の結果は、表3に示す。なお、実施例1~3につ

いては、HRC 53 に調整したばねについても転位密度を算出した。ばねの硬さ (HRC) と転位密度 (cm^{-2}) の関係について図 1 に示す。

[0052] 擬フォークト関数を用いて転位密度を計算する方法は、例えば、放射光による応力とひずみの評価、出版社「養賢堂」に開示されている。以下に、擬フォークト関数を用いて転位密度を計算する方法について簡単に説明する。転位密度は、回折プロファイルを擬フォークト関数で近似し、粒子径とひずみを計算し、得られた粒子径とひずみから下記数式 1 を用いて計算した。数式 1 において、 d は粒子径、 ε はひずみ、 b はバーガスベクトルを示す。

[数 1]

$$\rho = \frac{6\varepsilon}{\sqrt{2\pi}db}$$

[0053] 擬フォークト関数から粒子径とひずみを計算できる理由として、回折プロファイルのひずみによる幅広がりガウス関数で近似でき、粒子径による幅広がりコーシー関数で近似できることが挙げられる。擬フォークト関数は、下記数式 2 で示すことができる。数式 2 において、 $I_G(2\theta)$ はガウス関数を示し、 $I_C(2\theta)$ はコーシー関数を示し、 η はガウス分率を示す。

[数 2]

$$I(2\theta) = \eta I_G(2\theta) + (\bar{i} - \eta) I_C(2\theta)$$

[0054] ガウス関数 $I_G(2\theta)$ は、下記数式 3 で示すことができる。数式 3 において、 J は積分強度、 2θ は回折角、 $2\theta_0$ はピーク位置、 B は半価幅を示す。

[数 3]

$$I_G(2\theta) = \frac{2J}{B} \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} \exp \left\{ -4(\ln 2) \left(\frac{2\theta - 2\theta_0}{B} \right)^2 \right\}$$

[0055] 上記数式 3 より、ピーク強度は下記数式 4 で示され、積分値 β と半価幅 B の関係は下記数式 5 で示される。

[数4]

$$I_{\max} = \frac{2J}{B} \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}$$

[数5]

$$\beta = \frac{B}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\ln 2}} = 1.06B$$

[0056] また、コーシー関数 $I_c(2\theta)$ は下記数式 6 で示すことができる。

[数6]

$$I_c(2\theta) = \frac{2J}{\pi B} \left\{ 1 + \frac{4}{B^2} (2\theta - 2\theta_0)^2 \right\}^{-1}$$

[0057] 上記数式 6 より、ピーク強度は下記数式 7 で示され、積分値 β と半価幅 B の関係は下記数式 8 で示される。

[数7]

$$I_{\max} = \frac{2J}{B}$$

[数8]

$$\beta = (\pi/2) B$$

[0058] 上記したように、擬フォークト関数では、回折プロファイルのひずみによる幅広がりガウス関数で近似でき、粒子径による広がりガウス関数で近似できる。よって、ガウス関数の積分幅を β_G とし、コーシー関数の積分幅を β_C とすると、ひずみ ε と粒子径 d は、夫々数式 9 及び 10 で示される。

[数9]

$$\varepsilon = \frac{\beta_G}{2 \tan \theta_q}$$

[数 10]

$$d = \frac{\lambda}{f_c \cos \theta_0}$$

[0059] 数式 1 に、数式 9 及び数式 10 を代入することにより、転位密度を計算することができる。

[0060] 次に、ばねに含まれる小サイズ炭化物割合の測定方法について説明する。まず、測定試料の作成方法について説明する。小サイズ炭化物割合を測定する試料については、ばねを 10 × 5 × 3 ~ 5 mm に切り出し、切断面を鏡面仕上げした後に、電解液を利用して電解研磨した。小サイズ炭化物割合を測定する試料を作成するときは、電解研磨液として、8 v o 1 % の過塩素酸、10 v o 1 % のプトキシエタノール、70 v o 1 % のエタノール及び 12 v o 1 % の蒸留水を混合した電解液を使用した。

[0061] 得られた試料の切断面について、その試料の電解研磨面を FE-SEM (Field Emission - Scanning Electron Microscope) で観察した。観察は、電解研磨面の一般的な部位について、25000 倍でおこなった。その後、観察した部位を 3 箇所写真撮影し、写真上で炭化物を特定した。なお、写真撮影も、25000 倍でおこなった。また、写真上のサイズは、5.13 × 3.82 μm である。

[0062] 特定された炭化物の全てについて、炭化物の最小長さ、すなわち、炭化物の幅を計測し、その炭化物のサイズを特定した。その後、炭化物の個数を 5 nm 毎に計測し、夫々のサイズの個数を炭化物の全数で除すことにより、炭化物の全数に対するサイズ毎の割合を算出した。炭化物のサイズと、炭化物の全数に対する累積割合の関係を図 2 に示す。グラフの横軸は炭化物のサイズ (nm) を示し、縦軸は炭化物の全数に対する累積割合 (%) を示す。なお、図 2 は、実施例 1 ~ 3 と比較例 1 の試料についての累積割合を示す。また、実施例 1 ~ 3 と比較例 1 の試料について、炭化物のサイズが 15 nm 以下の炭化物 (小サイズ炭化物) の割合を表 3 に示す。

[0063] 腐食疲労試験の方法について説明する。腐食疲労試験は、上記製造方法で

得られたばねに人工的にピットを付与し、腐食環境中で疲労試験（J A S O C 6 0 4）を行った。ピットは、ばねの主応力振幅が最大となる箇所（コイル端末から3.1巻）に付与した。ばねの上記箇所の外側表面に小さな穴のあいたマスキングをし、電解研磨により直径600 μm、深さ300 μmの半球状の穴（人工ピット）を付与した。このピットによるねじり負荷における垂直応力（主応力）の応力集中係数は、有限要素法解析によると2.2である。ピットを付与するときの電解液としては、塩化アンモニウム水溶液を用いた。腐食環境は、腐食液として5% NaCl水溶液を用いて、噴霧装置にて人工ピット部のみを16時間腐食させた後、5% NaCl水溶液を含ませた脱脂綿で人工ピット部の周辺を覆い、その周りをエチレンラップで包んで乾燥を防いだ状態とした。

[0064] 上記の試料について腐食疲労試験を繰返し実施し、試料が折損するまでの繰返し回数（以下、腐食耐久回数と称す）を評価した。繰返し腐食疲労試験は、繰返し速度2Hzとし、フラットな座を使用して平行圧縮で加振した。繰返し腐食疲労試験の試験高さは、人工ピット付与位置における人工ピットがない状態での主応力条件が507 ± 196 MPaとなる条件（最大荷重（4031 N）時高さ220 mm、最小荷重（2079 N）時高さ270 mm）とした。繰返し腐食疲労試験の結果（腐食耐久回数）を、表3に併せて示す。表5は、実施例1～3及び比較例1～3の試料を、転位密度の数値と旧オーステナイト結晶粒度番号の数値に基づいて分類した結果を示す。表5に示す転位密度は、ロックウェル硬さHRC55のときの値である。

[0065] [表5]

		HRC55の転位密度	
		1.0 × 10 ¹² cm ⁻² 未満	1.0 × 10 ¹² cm ⁻² 以上
旧オーステナイト 結晶粒度番号	NO.10未満	比較例1	比較例3
	NO.10以上	比較例2	実施例1～3

[0066] 表3に示すように、実施例1～3は、比較例1～3と比べ、いずれも高い腐食耐久回数を有している。実施例1～3は、いずれも腐食耐久回数が4.

0万回を超えている。表5に示すように、転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 未満であり、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10未満の試料（比較例1）は、最も腐食耐久回数が少ない。転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 以上であっても、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10未満の試料（比較例2）も腐食耐久回数が4万回を超えない。また、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10以上であっても、転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 未満の試料（比較例3）も腐食耐久回数が4万回を超えない。表5に示すように、ロックウェル硬さHRC 55のときの転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 以上であり、旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10以上であれば、腐食耐久回数が4万回を超える。

[0067] なお、図1に示すように、ばねの組成に依らず、ロックウェル硬さの値が大きいほど、転位密度が高くなる傾向がある。また、グラフの傾きもほぼ等しい。そのため、ばねのロックウェル硬さがHRC 55でなくても、ロックウェル硬さHRC 55のときの転位密度を計算することが可能である。図1の実施例3の直線は、転位密度を p とし、ロックウェル硬さを H としたときに、 $p = 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12}$ で示される。実施例3のばねは、表3に示すように、ロックウェル硬さHRC 55のときの転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ である。図1の実施例1及び2のように、実施例3の直線よりも上方に位置する直線は、ロックウェル硬さHRC 55のときの転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 以上になる。すなわち、下記式(1)を満足すれば、ロックウェル硬さHRC 55のときの転位密度が $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 以上になる。

$$p \geq 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12} \dots (1)$$

[0068] 表3及び図2に示すように、実施例1～3は、いずれも、小サイズ炭化物の累積割合が40%以上という特徴を有している。より詳細には、実施例1～3の小サイズ炭化物の累積割合は50%を超えている。小サイズ炭化物の割合が増えるほど、腐食疲労強度のレベルが向上する。また、実施例1～3は、いずれも、Si量が2.1%以上という特徴を有している（表1を参照

)。表 1 及び表 3 から明らかなように、ばねの S i 量が増えるほど、腐食疲労強度のレベルが向上する。

[0069] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組み合わせによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時の請求項に記載の組み合わせに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数の目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

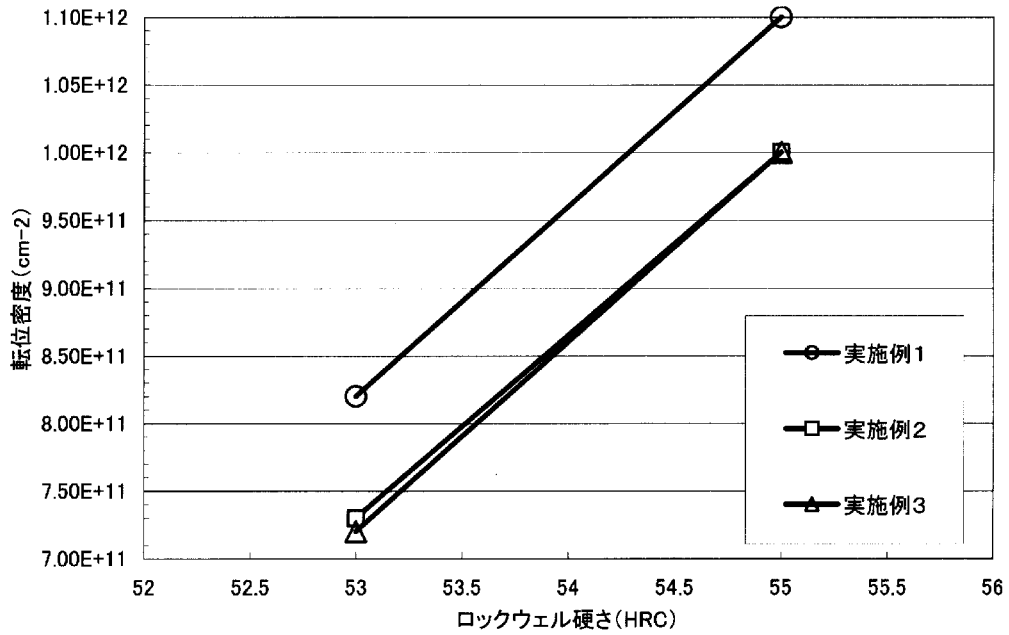
請求の範囲

- [請求項1] ロックウェル硬さがHRC 53～HRC 56であって、
 ロックウェル硬さHRC 53～HRC 56の範囲において、ロック
 ウェル硬さをHとしたときの転位密度 p (cm^{-2}) が、下記式 (1)
) を満足しており、

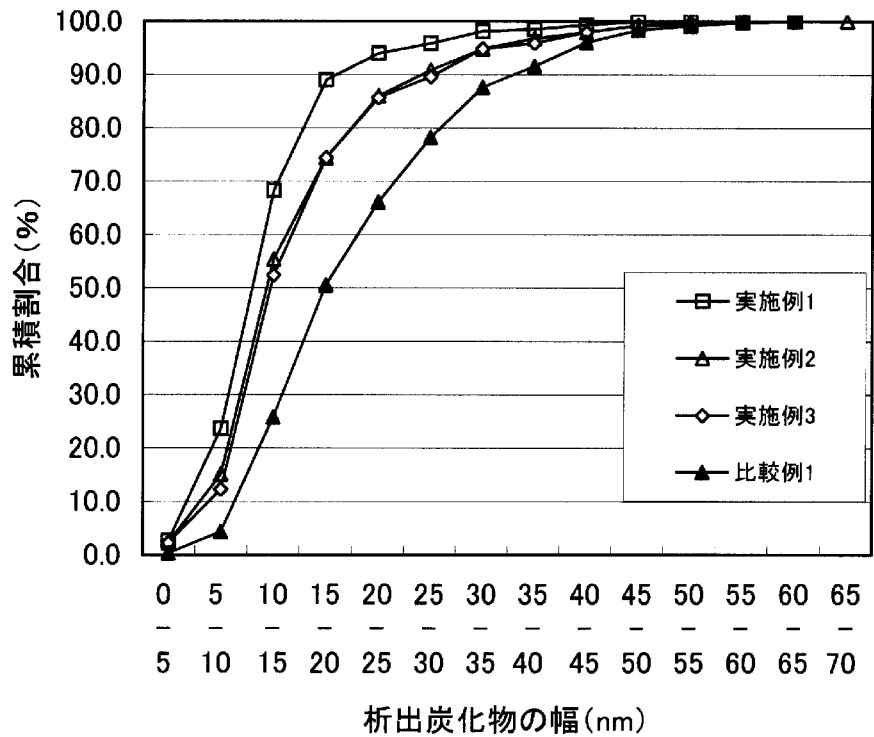
$$p \geq 1.4 \times 10^{11} \times H - 6.7 \times 10^{12} \dots (1)$$

 旧オーステナイト結晶粒度番号がNO. 10以上であることを特徴
 とするばね。
- [請求項2] 前記ばねが、焼戻マルテンサイトを含んでいるとともに、Siを質
 量 ρ_0 で2.1%以上2.4%以下含んでいる請求項1に記載のばね。
- [請求項3] 前記焼戻マルテンサイトに含まれる炭化物のうち、最小長さが15
 nm未満の炭化物の数が炭化物の全数の40%以上であることを特徴
 とする請求項2に記載のばね。
- [請求項4] 質量 ρ_0 で、炭素を0.35%以上0.55%以下、マンガンを0.
 20%以上1.50%以下、クロムを0.10%以上1.50%以下
 含んでおり、
 さらに、ニッケル、モリブデン、バナジウムから選択される1種又
 は2種以上を、質量 ρ_0 で、ニッケル0.40%以上3.00%以下、
 モリブデンに0.5%以上0.50%以下、バナジウムに0.5%以
 上0.50%以下含んでおり、
 残部が鉄及び不可避不純物からなることを特徴とする請求項1～3
 のいずれか一項に記載のばね。
- [請求項5] マンガンを0.40%以上0.50%以下含んでいることを特徴と
 する請求項4に記載のばね。
- [請求項6] ニッケルを0.50%以上0.60%以下含んでいることを特徴と
 する請求項4又は5に記載のばね。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 068916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C22C3 8/0 (2006.01)i, C22C38 / 46 (2006.01)i, F16F1 /02 (2006.01)i, C21 D7/0 6 (2006.01)n, C21 D9/02 (2006.01)n, C22C35/5 4 (2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																						
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C38/00, C22C38/46, F16F1/02, C21D7/06, C21D9/02, C22C38/54 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo</td><td>Shinan</td><td>Koho</td><td>1922-1</td><td>996</td><td>Jitsuyo</td><td>Shinan</td><td>Toroku</td><td>Koho</td><td>1996-2011</td> </tr> <tr> <td>Kokai</td><td>Jitsuyo</td><td>Shinan</td><td>Koho</td><td>1971-2011</td><td>Toroku</td><td>Jitsuyo</td><td>Shinan</td><td>Koho</td><td>1994-2011</td> </tr> </table> Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)			Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011	Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011
Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011													
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011													
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT																						
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																				
A	JP 2001-220650 A (Sumi tomo Electric Industries, Ltd.), 14 August 2001 (14.08.2001), table 4 (Family: none)	1-6																				
A	JP 2000-282176 A (Sumi tomo Electric Industries, Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), table 5 (Family: none)	1-6																				
A	JP 05-271879 A (Toshiba Corp.), 19 October 1993 (19.10.1993), table 1 (Family: none)	1-6																				
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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		"I" 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 02 November, 2011 (02.11.11)		Date of mailing of the international search report 15 November, 2011 (15.11.11)																				
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer																				
Facsimile No.		Telephone No.																				

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, C22C38/46 (2006. 01) i, F16F1/02 (2006. 01) i, C21D7/06 (2006. 01) n, C21D9/02 (2006. 01) n, C22C38/54 (2006. 01) n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C22C38/00, C22C38/46, F16F1/02, C21D7/06, C21D9/02, C22C38/54

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-
 日本国公開実用新案公報 1971-2
 日本国実用新案登録公報 1996-
 日本国登録実用新案公報 1994-2

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)
 年

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 2001-220650 A (住友電気工業株式会社) 2001. 08. 14, 表4】 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-282176 A (住友電気工業株式会社) 2000. 10. 10, 表5】 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 05-271879 A (株式会社東芝) 1993. 10. 19, 表1】 (ファミリーなし)	1-6

☐ 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

IA」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
 IE」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
 I」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)
 Iθ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 IP」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
 IY」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
 I&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
 02. 11. 2011

国際調査報告の発送日
 15. 11. 2011

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 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)
 小谷内 章
 電話番号 03-3581-1101 内線 3440
 3435