

(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
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/189253 A1

(51) 国際特許分類:

C21D 9/00 (2006.01) *C21D 1/06* (2006.01)
F16H 25/22 (2006.01) *C21D 1/10* (2006.01)
F16H 25/24 (2006.01) *B62D 5/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/008825

(22) 国際出願日: 2020年3月3日(03.03.2020)

(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 2019-047918 2019年3月15日(15.03.2019) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS,

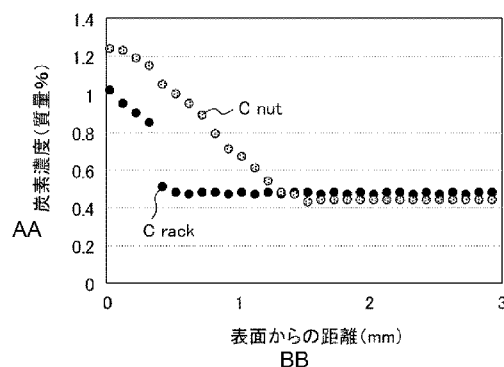
LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 小室 又 洋 (KOMURO Matahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 波東 久光(HATOU Hisamitsu); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 椎野 高太郎(SHIINO Kotaro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 沼倉 幸二(NUMAKURA Koji); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 辻見 信太郎(TSUJIMI

(54) Title: BALL SCREW AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME, AND POWER STEERING DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: ボールネジおよびその製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法

[図3]



AA Carbon concentration (mass%)

BB Distance from surface

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a ball screw having enhanced durability and a structure whereby a screw shaft and a nut satisfy the required performance, a method for manufacturing the same, and a power steering device and a method for manufacturing the same. This ball screw is characterized by having: a nut which comprises a steel-made base material and in which female threads are formed in the inner circumferential surface thereof; a screw shaft comprising a steel-made base material, the screw shaft being assembled with the nut, and male threads facing the female threads being formed in the outer circumferential surface thereof; and a plurality of balls arranged between the female threads and the male threads; the surface of the nut in contact with the balls and the surface of the screw shaft in contact with the balls each having a carburized layer, and the carbon concentration in the carburized layer of the nut being higher than the carbon concentration of the carburized layer of the screw shaft.



Shintaro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目 1 3 番 1 1 号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明の課題は、ねじ軸およびナットが要求される性能を満たす組織を有し、耐久性を向上したボールネジおよび製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法を提供することである。本発明のボールネジは、内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、雌ねじと雄ねじとの間に配置された複数個のボールと、を有し、ナットのボールと接触する面およびねじ軸のボールと接触する面は浸炭層を有し、ナットの浸炭層における炭素濃度が、ねじ軸の前記浸炭層の炭素濃度よりも高いことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

ボールネジおよびその製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ボールネジおよびその製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 軸受け、ボールねじ、チェーン、カム、歯車およびスプラインなどの摺動部材の表面は、摺動に伴いピッチングやフレーキングと呼ばれる疲労損傷が発生する場合があることが知られている。これらの疲労損傷は摺動部材の寿命を減じるため、摺動部の疲労強度を向上させるための種々の方法が提案されている。また、摺動部の疲労強度を向上させることで、部品を小型化および低コスト化できる利点もある。

[0003] 特許文献1には、螺旋状に連続するねじ溝が外周面に形成されたねじ軸と、ねじ軸のねじ溝に対向するねじ溝が内周面に形成された筒状のナットと、両ねじ溝の間に転動自在に配された複数の転動体と、を備え、ねじ軸とナットとの相対回転運動により、転動体の転動を介してねじ軸とナットとが軸方向へ相対直線移動するようになっている転がりねじ装置を製造するに際して、鋼製素材を所定の形状に成形し熱処理を施してねじ軸及びナットを得るとともに、ねじ軸に用いた鋼製素材よりもナットに用いた鋼製素材の方が、含有する炭素の量が多いことを特徴とする転がりねじ装置の製造方法が開示されている。上記熱処理として浸炭処理（浸炭焼入れ）を行い、ねじ軸及びナットに表面硬化層を形成している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-138777号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ボールネジの構成上、ねじ軸は、ねじ軸のストロークに伴い、負荷を受ける部分も移動していくが、ナットは負荷を受ける部分が移動しない。このため、ボールネジの耐久性を向上するためには、ナットはねじ軸よりも表面の硬度が高い必要がある。言い換えると、ねじ軸はナットほどの硬度は必要無い。一方で、ねじ軸はねじり荷重や曲げ荷重を受けるため、ねじ軸はナットよりもこれらに対する強度を高くする必要がある。
- [0006] ナットとねじ軸が上述した要求性能をそれぞれ満たし、かつ、できるだけ簡単にプロセスコストがかからないように製造方法も検討すべきである。この点で、従来のボールネジおよびその製造方法について、さらなる改善の余地があった。
- [0007] 本発明は、ねじ軸およびナットが要求される性能を満たす組織を有し、耐久性を向上したボールネジおよび製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法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

- [0008] 上記課題を解決する本発明の第1の態様は、内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、雌ねじと雄ねじとの間に配置された複数個のボールと、を有し、ナットのボールと接触する面およびねじ軸の前記ボールと接触する面は浸炭層を有し、ナットの浸炭層における炭素濃度が、ねじ軸の浸炭層の炭素濃度よりも高いことを特徴とするボールネジである。
- [0009] 本発明の第2の態様は内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、雌ねじと雄ねじとの間に配置された複数個のボールと、を有し、ねじ軸の前記ボールと接触する面に、浸炭ガス雰囲気中、高周波をかけながら加熱して浸炭層を形成する高周波浸炭処理と

、高周波加熱処理したねじ軸に、高周波をかけながら加熱し、急冷する高周波焼入れ処理を実施することを特徴とするボールネジの製造方法である。

[0010] 本発明のより具体的な構成は、特許請求の範囲に記載される。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、ねじ軸およびナットが要求される性能を満たす組織を有するボールネジおよびその製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法を提供することができる。

[0012] 上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明のパワーステアリング装置の一例を示す断面模式図

[図2]図1のボールネジを拡大する図

[図3]ナットおよびねじ軸の炭素濃度の深さ方向分布を示すグラフ

[図4]ナットおよびねじ軸のビッカース硬さの深さ方向分布を示すグラフ

[図5]ねじ軸のレーザ顕微鏡写真

[図6]図5の領域Iに分散されている炭化物の模式図

[図7]図5の領域IのEPMAによる元素分析の結果

[図8]図6の析出物の拡大図

[図9]本発明のねじ軸（高周波浸炭処理）と従来のねじ軸（真空浸炭処理）のX線回折パターン（ $\theta = 38 \sim 41^\circ$ ）

[図10]本発明のねじ軸（高周波浸炭処理）と従来のねじ軸（真空浸炭処理）のX線回折パターン（ $\theta = 53 \sim 57^\circ$ ）

[図11]ねじ軸に熱処理を行う装置の一例を示す模式図

[図12]高周波浸炭処理および高周波焼入れの温度プロファイルの一例を示すグラフ

[図13]ナットとラックの耐久性を示すグラフ

発明を実施するための形態

[0014] 本発明は、上述したナットとねじ軸の要求性能をそれぞれ満たすために、

ナットに対しては通常の浸炭処理を行い、ねじ軸に対しては高周波で浸炭処理を行う。このような処理によって、ラックは短時間の処理でナットと同等の硬度を得ることができる。

[0015] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。ただし、ここで取り上げた実施形態に限定されることはなく、発明の要旨を変更しない範囲で適宜組み合わせや改良が可能である。

[0016] [ボールネジおよびパワーステアリング装置]

図1は本発明のパワーステアリング装置の一例を示す断面模式図である。図1に示すように、本発明のパワーステアリング装置100は、ナット1、ねじ軸2およびボール3で構成されるボールネジ10と、ボールネジ10を収納するステアリングギアケース4と、ボールネジ10の駆動に供される電動モータ5と、電動モータ5の回転駆動力をナット1に伝達する動力伝達機構6を備える。

[0017] 図2は図1のボールネジ10を拡大する図である。図2に示すように、ナット1の内周面には雌ねじ21が形成されており、ねじ軸2の外周面には雄ねじ22が形成されている。ボール3は、雌ねじ21と雄ねじ22の両方に接触するように、雌ねじ21と雄ねじ22の間に配置される。ナット1およびねじ軸2の基材は鋼製である。具体的には、ナット1の基材の材料は、日本工業規格(Japanese Industrial Standard, JIS)の機械構造用合金鋼鋼材であるSCM440、ねじ軸2は機械構造用炭素鋼鋼材JIS S48Cが好適である。そして、ナット1のボール3と接触する面およびねじ軸2のボール3と接触する面(表面、摺動面)は、図示しないが、浸炭処理によって形成された浸炭層(硬化層)を有する。

[0018] 図3はナットおよびねじ軸の炭素濃度の深さ方向分布を示すグラフである。図3は、ナット1およびねじ軸2の断面をEPMA(Electron Probe micro Analyser)によって深さ方向に分析した結果である。図3に示すように、本発明のボールネジ10は、ナット1の浸炭層における炭素濃度 C_{nut} が、ねじ軸2の浸炭層の炭素濃度 C_{rack}

よりも高い。なお、本明細書において「浸炭層」とは、E P M Aの分析によって炭素の濃度が基材の濃度（ベースライン）よりも高くなっている部分を意味するものとする。図3においては、表面からの距離が1.5 mm未満の領域が浸炭層であると認められる。

[0019] 図4はナット1およびねじ軸2のビッカース硬さの深さ方分布を示すグラフである。図4に示すように、ナット1はねじ軸2よりも深い部分まで高い硬度（600 Hv以上）を維持しており、表面からの距離が2 mm程度の深さまで、ナット1のビッカース硬さ H_{nut} は、ねじ軸2のビッカース硬さ H_{rack} よりも大きくなっている。

[0020] 図5はねじ軸の表面層のレーザ顕微鏡写真である。ここでの「表面層」は、表面から3 mm程度の深さの部分までの層を意味するものとする。図5の写真Ⅰ～Ⅲは、図4のⅠ～Ⅲの領域に対応する部分の写真である。観察は、ねじ軸2の表面をピクリン酸ソーダでエッチングして行った。レーザ顕微鏡による組織の観察写真から、領域Ⅰはマルテンサイト組織を有するマトリックスに炭化物（セメンタイト）の析出物が分散しており、領域Ⅱはマルテンサイト組織を有しており、領域Ⅲはソルバイト組織を有していることが確認される。すなわち、ねじ軸は、表面から、セメンタイト析出物を有するマルテンサイト層、マルテンサイト層およびソルバイト層がこの順で積層された構成を有する。

[0021] 図6は図5の領域Ⅰに分散されている炭化物の模式図であり、図7は図5の領域ⅠのE P M Aによる元素分析の結果であり、図8は図6の析出物（点線部分）の拡大図である。図6～図8に示すように、領域Ⅰの炭化物の析出物40は、マルテンサイト組織の粒子41と、粒子41の表面に形成された第1のセメンタイト層Aと、第1のセメンタイト層Aの表面に形成された第2のセメンタイト層Bの2種類のセメンタイト層を有する。ねじ軸2の表面のこのような組織は、ねじ軸2の浸炭処理を高周波で行っていることに起因するものである。高周波で行う浸炭処理については、追って詳述する。

[0022] E P M Aの分析により、第2のセメンタイト層B中の炭素の濃度は、第1

のセメンタイト層A中の炭素の濃度よりも低いことが確認された。マルテンサイト組織の粒子41の表面の炭素濃度が高くなるため、ねじ軸2の硬度を高くすることができる。

[0023] 図9および図10は、本発明のねじ軸（高周波浸炭処理）と従来のねじ軸（真空浸炭処理）のX線回折パターンである。従来の真空浸炭処理は、高周波をかけずに、炉内に浸炭ガスを流して加熱する処理である。図9および図10に示すように、従来のねじ軸には示されていないセメンタイトのピーク（第1のセメンタイト層Aのピーク：A-Fe₃Cおよび第2のセメンタイト層Bのピーク：B-Fe₃C）が、本発明のボールネジを構成するねじ軸に表れていることが分かる。

[0024] また、第1のセメンタイト層Aのピークよりも第2のセメンタイト層Bのピークの方が高角度側に存在している。これは、第2のセメンタイト層Bの方が炭素濃度が低く、格子定数も小さくなるためである。

[0025] [ボールネジおよびパワーステアリング装置の製造方法]

次に、本発明のボールネジおよびパワーステアリング装置の製造方法について説明する。図11はねじ軸に熱処理を行う装置の一例を示す模式図である。図11に示すように、熱処理装置200は、ねじ軸2に高周波で浸炭処理を行うための高周波浸炭処理部210と、ねじ軸2を冷却する冷却部205と、ねじ軸2に組織調整を行うための組織調整部206と、ねじ軸2に高周波焼入れを行う高周波焼入れ部207を有する。ねじ軸2は、高周波浸炭処理部210、冷却部205、組織調整部206および高周波焼入れ部207を、搬送ライン201に乗って移動できる構成としている。

[0026] 高周波浸炭処理部210、組織調整部206および高周波焼入れ部207は高周波電源および高周波コイル208を有し、ねじ軸2に高周波コイル208を巻いて、高周波（例えば、30kHz）処理を行う構成としている。なお、浸炭層はねじ軸2の一部に形成されるため、図11では高周波コイル208をねじ軸2の一部に巻き付けた構成を示している。

[0027] 高周波浸炭処理部210は、前室202、浸炭処理室203および後室2

04を有する。前室202および後室204は、高周波浸炭処理部210の外気と、浸炭処理室203の炭素雰囲気とを仕切るために真空引きされる部屋である。高周波浸炭処理部210には、浸炭ガス209が供給される。浸炭ガス209としては、アセチレンガス(C_2H_2)が好適である。

[0028] 図12は(1)高周波浸炭処理および(2)高周波焼入れの温度プロファイルの一例を示すグラフである。図12には、ねじ軸2の表面に形成される炭化物の析出物の模式図も示している。図12に示すように、高周波浸炭処理(1)は、例えば、まず400℃から1100℃まで20秒で加熱する。このとき、ねじ軸の鋼製の基材の表面は、 α -Fe(フェライト)41aと、その表面に形成された第1のセメンタイト層Aからなる炭化物が析出する。次に、1100℃に45秒間保持し、その後、Arガスで冷却する。1100℃に保持している間、浸炭ガス(アセチレン)を15秒間導入し、15秒間アセチレンガスの導入を停止し、さらに浸炭ガスを15秒間導入する。この工程で、 α -Fe(フェライト)41aが γ -Fe(オーステナイト)41bとなる。

[0029] 第1のセメンタイト層Aは、1100℃において消失しようとするが、浸炭ガスの炭素が拡散供給されるため、第1のセメンタイト層Aの周囲に炭素が集まって第2のセメンタイト層Bが形成される。この第2のセメンタイト層Bは、上述したように第1のセメンタイト層Aとは異なる炭素層濃度を持った炭化物であり、第1のセメンタイト層Aよりも単位胞体積が0.1~1%小さい。

[0030] 高周波浸炭処理(1)の後に、高周波焼き入れを実施する。400℃から900℃まで20秒で加熱し、900℃で50秒間保持した後、水焼入れを実施する。この工程で、 γ -Fe(オーステナイト)が α' -Fe(マルテンサイト)となる。

[0031] 従来の浸炭処理は、浸炭ガス中、980℃で3時間程度加熱するが、この高周波浸炭処理では、1100℃で45秒間保持すれば良いので、加熱時間を大幅に低減することができる。また、上述したような第1のセメンタイト

層Aおよび第2のセメントイト層Bを有することで、十分な強度を得ることが出来る。

[0032] 図13はナットとラックの耐久性を示すグラフである。図13は、ラック（基材：S48C）の雄ねじを上述した高周波浸炭処理および高周波焼入れし、ナット（基材：SCM440H）の雌ねじを通常の浸炭処理（高濃度浸炭処理）をした結果を示すグラフである。比較として、ラック（基材：S48C）の雄ねじを高周波焼入れしたものを示す。図13より、ラックは高周波浸炭処理および高周波焼入れすることで、高周波焼入れしないものよりも耐久性が大きく向上していることが分かる。高周波浸炭処理および高周波焼入れしたラックは、通常の浸炭処理（高濃度浸炭処理）をしたナットと同等の耐久性を示しているため、ラックは短時間の処理によってナットと同等の耐久性を得ることが出来ることが分かる。

[0033] 以上、説明したように、本発明によれば、ねじ軸およびナットが要求される性能を満たす組織を有し、耐久性を向上したボールネジおよび製造方法ならびにパワーステアリング装置およびその製造方法を提供できることが示された。

[0034] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0035] 1…ナット、2…ねじ軸、3…ボール、4…ステアリングギアケース、5…電動モータ、6…動力伝達機構、40炭化物の析出物、41, 41a…マルテンサイト組織を有する粒子、41b…オーステナイト組織を有する粒子、42…第1のセメントイト層A、43…第2のセメントイト層B、11…

高周波電源、２００…熱処理装置、２０１…搬送ライン、２０２…前室、２
０３…浸炭処理室、２０４…後室、２０５…冷却部、２０６…組織調整部、
２０７…高周波焼入れ部、２０８…高周波コイル、２０９…浸炭ガス、２１
０…高周波浸炭処理部。

請求の範囲

- [請求項1] 内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、
 前記ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、
 前記雌ねじと前記雄ねじとの間に配置された複数個のボールと、を有し、
 前記ナットの前記ボールと接触する面および前記ねじ軸の前記ボールと接触する面は浸炭層を有し、
 前記ナットの前記浸炭層における炭素濃度が、前記ねじ軸の前記浸炭層の炭素濃度よりも高いことを特徴とするボールネジ。
- [請求項2] 前記ねじ軸は、前記ボールと接触する面に、マルテンサイト組織にセメンタイトを含む炭化物粒子が分散したセメンタイト分散領域と、
 前記セメンタイト分散領域の内側に形成されたマルテンサイト組織と、
 前記マルテンサイト組織の内側に形成されたソルバイト組織とを有し、
 前記セメンタイトを含む炭化物粒子は、マルテンサイト組織を有する粒子の表面に形成された第1のセメンタイト層と、前記第1のセメンタイト層の表面に形成された第2のセメンタイト層とを有し、
 前記第2のセメンタイト層の炭化物の濃度が前記第1のセメンタイト層の炭化物濃度よりも低いことを特徴とする請求項1に記載のボールネジ。
- [請求項3] 前記第2のセメンタイト層の単位胞体積は、前記第1のセメンタイト層の単位胞体積よりも小さいことを特徴とする請求項2に記載のボールネジ。
- [請求項4] 前記ナットの表面のビッカース硬さが、前記ねじ軸の表面のビッカース硬さよりも大きいことを特徴とする請求項1または2に記載のボールネジ。

[請求項5] 内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、前記ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、前記雌ねじと前記雄ねじとの間に配置された複数個のボールとを有するボールネジと、
前記ボールねじ機構を収納するステアリングギアケースと、
前記ボールねじ機構の駆動に供される電動モータと、
前記電動モータの回転駆動力を前記ナットに伝達する動力伝達機構とを有し、
前記ボールネジは、請求項1～4のいずれか1項に記載のボールネジであることを特徴とするパワーステアリング装置。

[請求項6] 内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、前記ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、前記雌ねじと前記雄ねじとの間に配置された複数個のボールと、を有し、
前記ねじ軸の前記ボールと接触する面に、浸炭ガス雰囲気中、高周波をかけながら加熱して浸炭層を形成する高周波浸炭処理と、
前記高周波浸炭処理したねじ軸に、高周波をかけながら加熱し、急冷する高周波焼入れ処理を実施することを特徴とするボールネジの製造方法。

[請求項7] 前記高周波浸炭処理によって、オーステナイト組織を有する粒子と、前記オーステナイト組織を有する粒子の表面に形成された第1のセメンタイト層と、前記第1のセメンタイト層の表面に形成された第2のセメンタイト層とを有する析出物を形成し、
前記高周波焼入れ処理によって、前記オーステナイト組織をマルテンサイト組織とすることを特徴とする請求項6に記載のボールネジの製造方法。

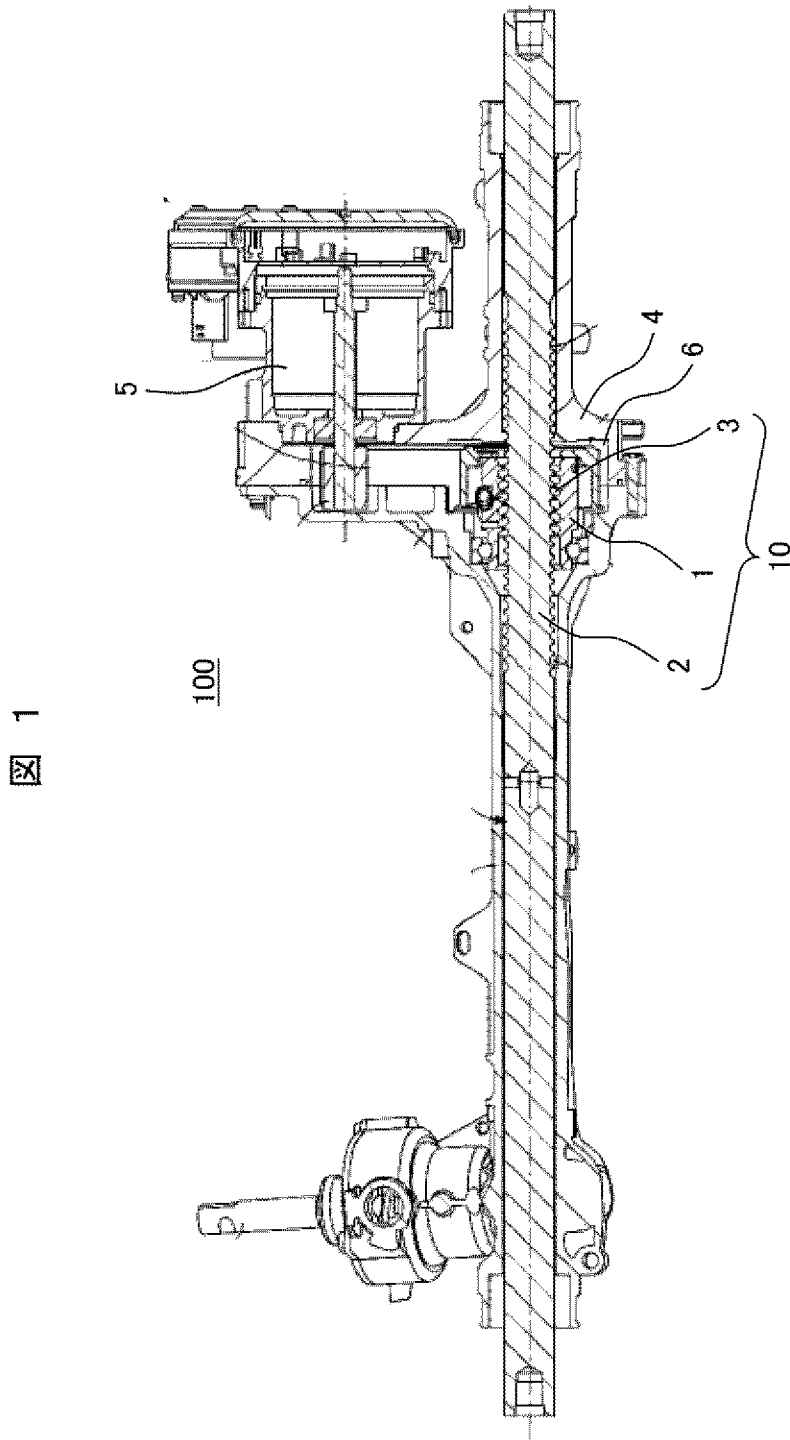
[請求項8] 前記高周波浸炭処理は、400℃から1100℃まで20秒で加熱し、浸炭ガスの導入と導入停止を繰り返しながら1100℃に45秒

間保持し、その後、Arガスで冷却する工程を有することを特徴とする請求項6または7に記載のボールネジの製造方法。

[請求項9] 前記高周波焼入れ処理は、4400℃から900℃まで20秒で加熱し、900℃で50秒間保持した後、急冷する工程を有することを特徴とする請求項6または7に記載のボールネジの製造方法。

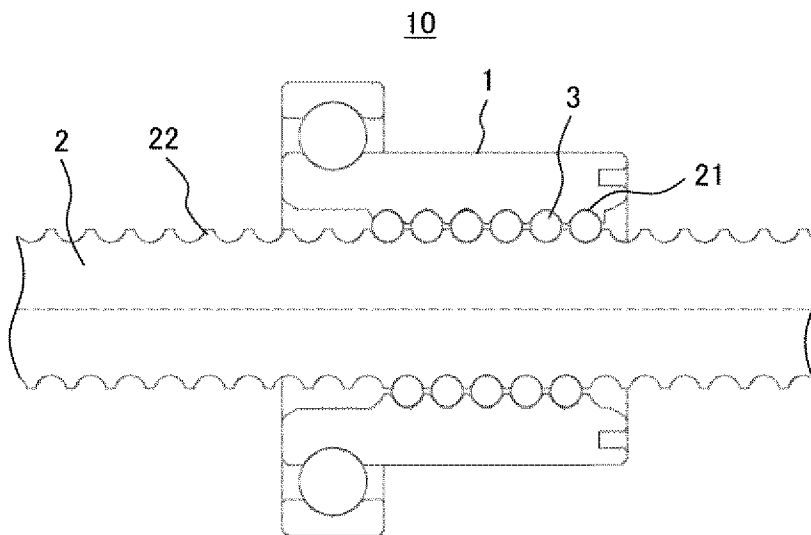
[請求項10] 内周面に雌ねじが形成された鋼製の基材からなるナットと、前記ナットに組み合わされ、外周面に前記雌ねじに対向する雄ねじが形成された鋼製の基材からなるねじ軸と、前記雌ねじと前記雄ねじとの間に配置された複数個のボールとを有するボールネジと、
前記ボールねじ機構を収納するステアリングギアケースと、
前記ボールねじ機構の駆動に供される電動モータと、
前記電動モータの回転駆動力を前記ナットに伝達する動力伝達機構とを有するパワーステアリング装置の製造方法において、
前記ボールネジを、請求項6～9のいずれか1項に記載のボールネジの製造方法によって製造することを特徴とするパワーステアリング装置の製造方法。

[図1]



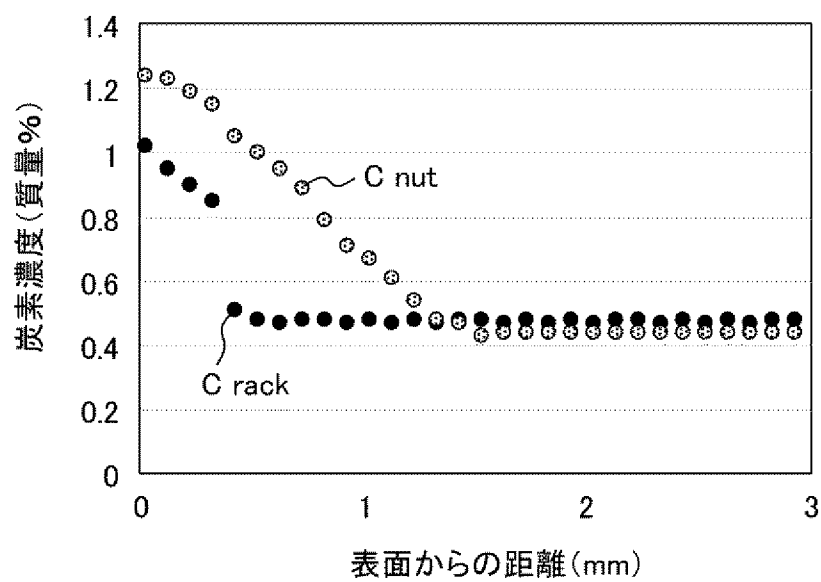
[図2]

図 2



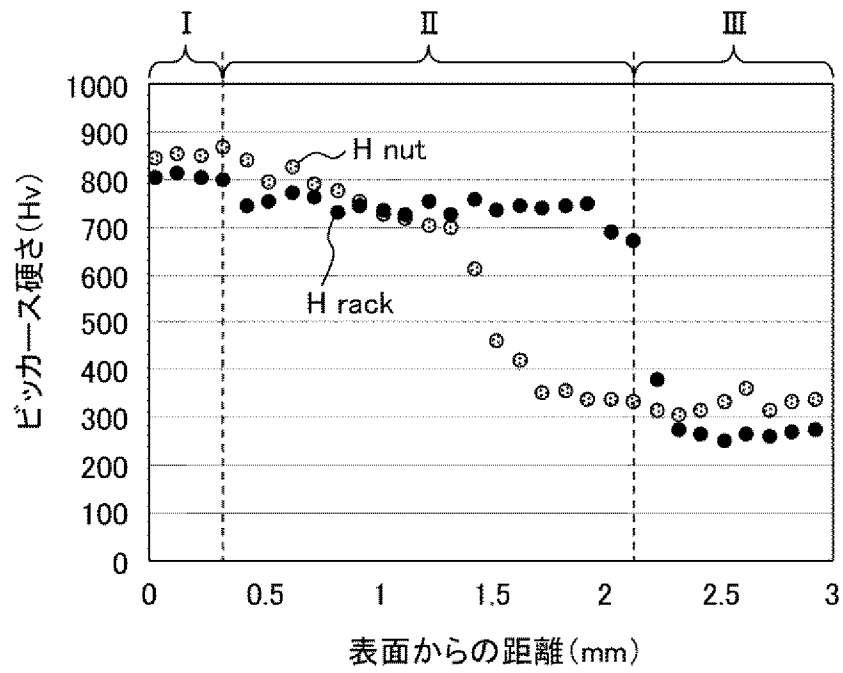
[図3]

図 3

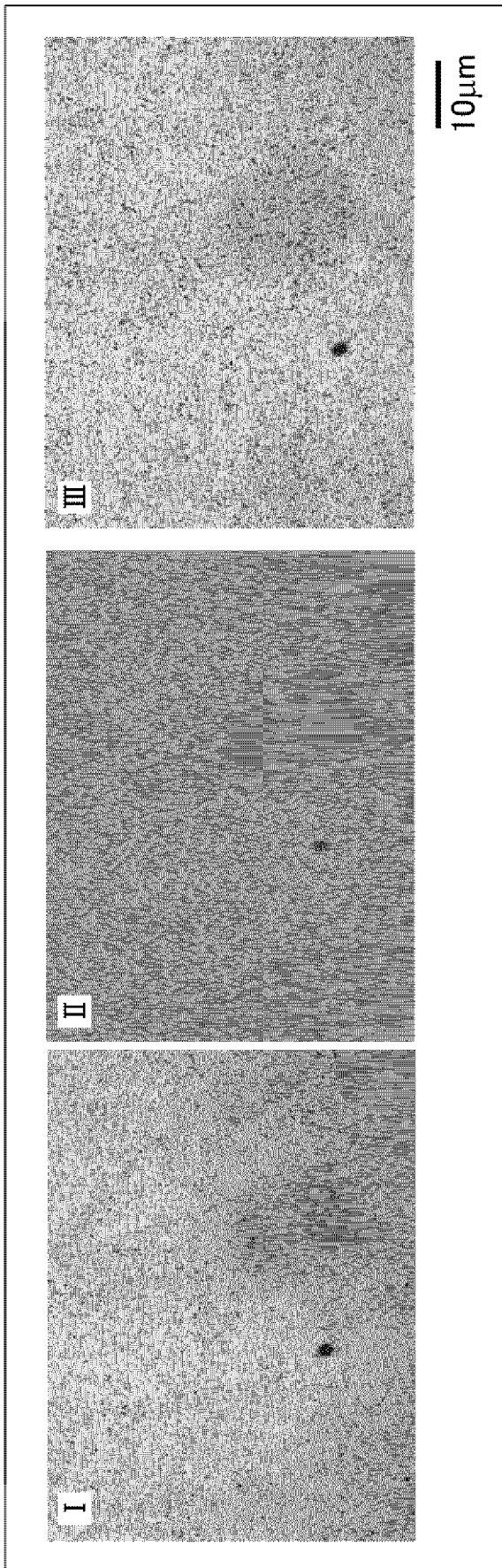


[図4]

図 4

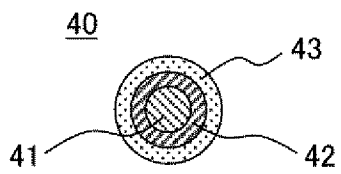


[図5]

5
X

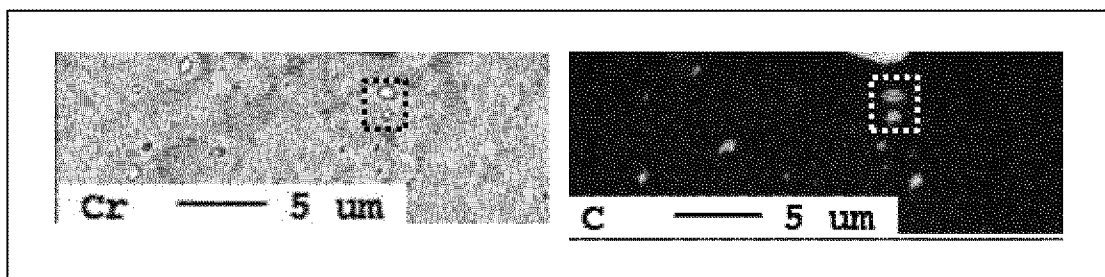
[図6]

図 6



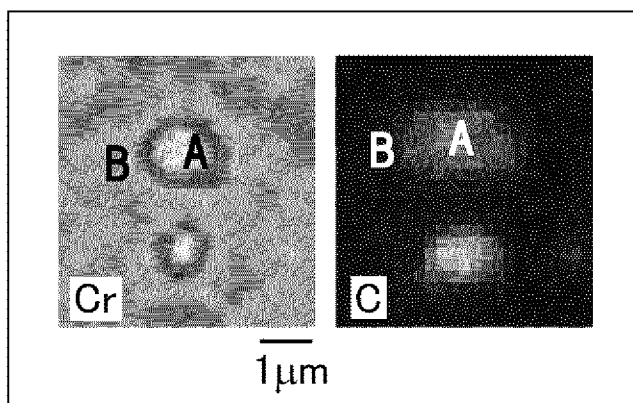
[図7]

図 7



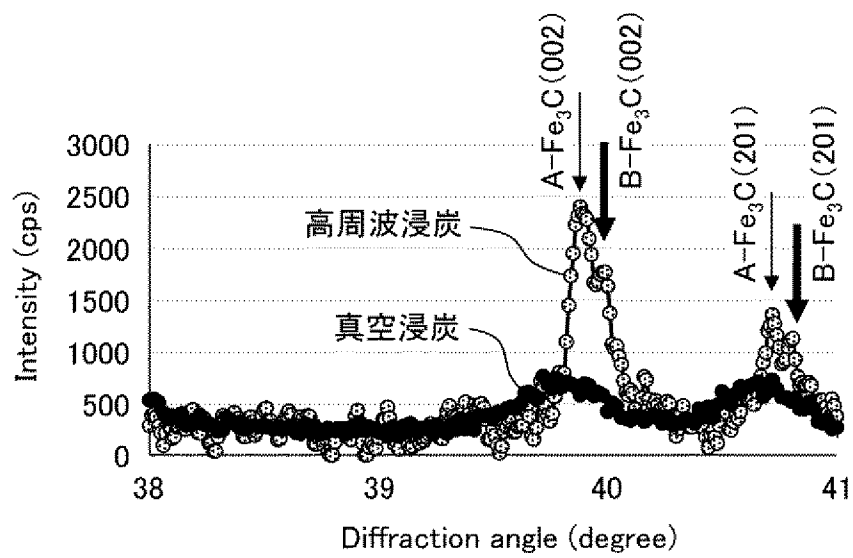
[図8]

図 8



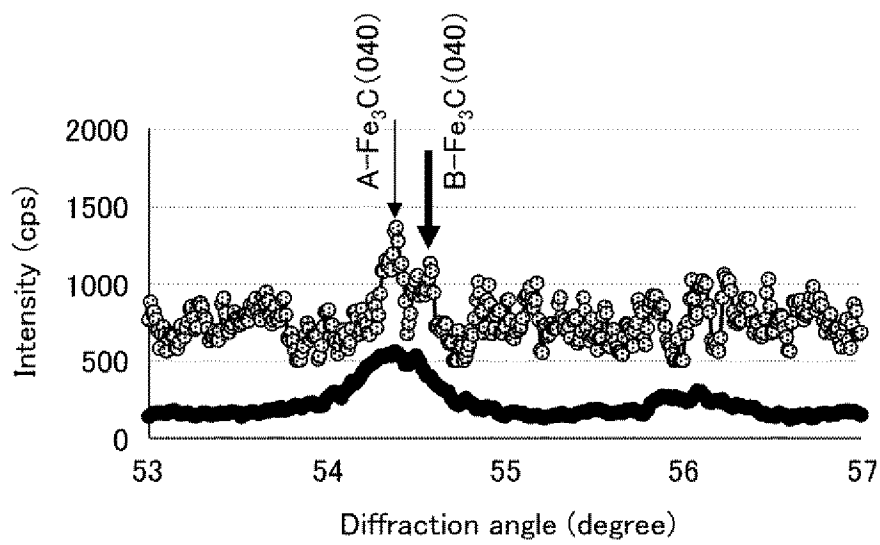
[図9]

図 9



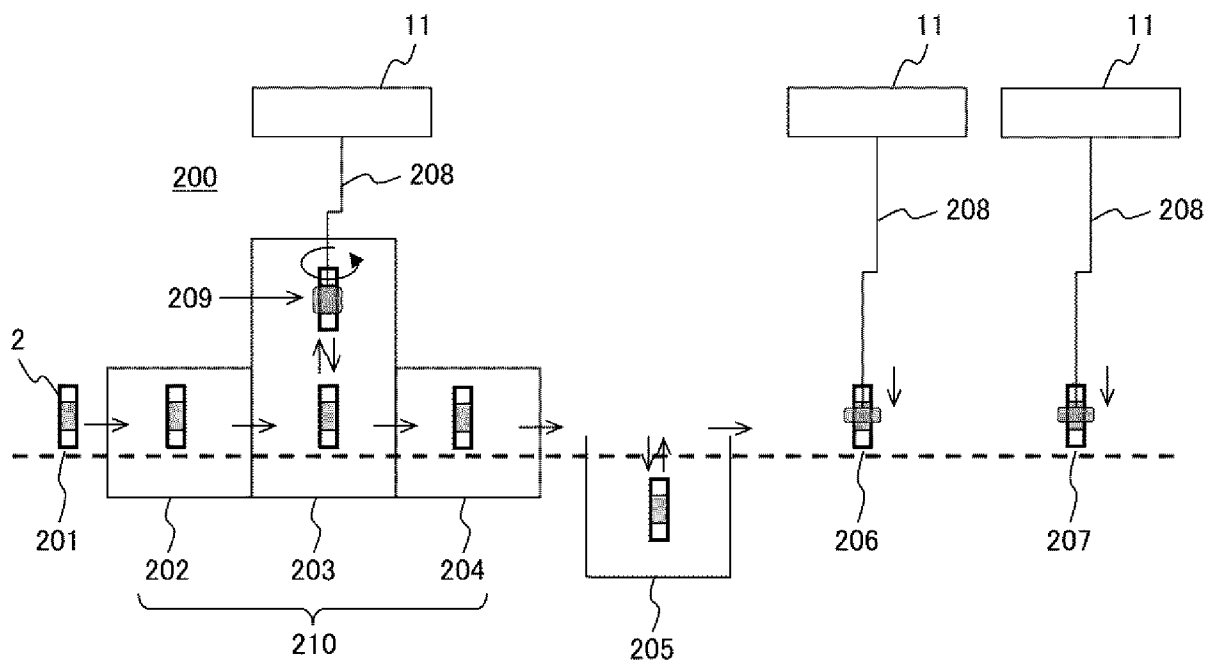
[図10]

図 10



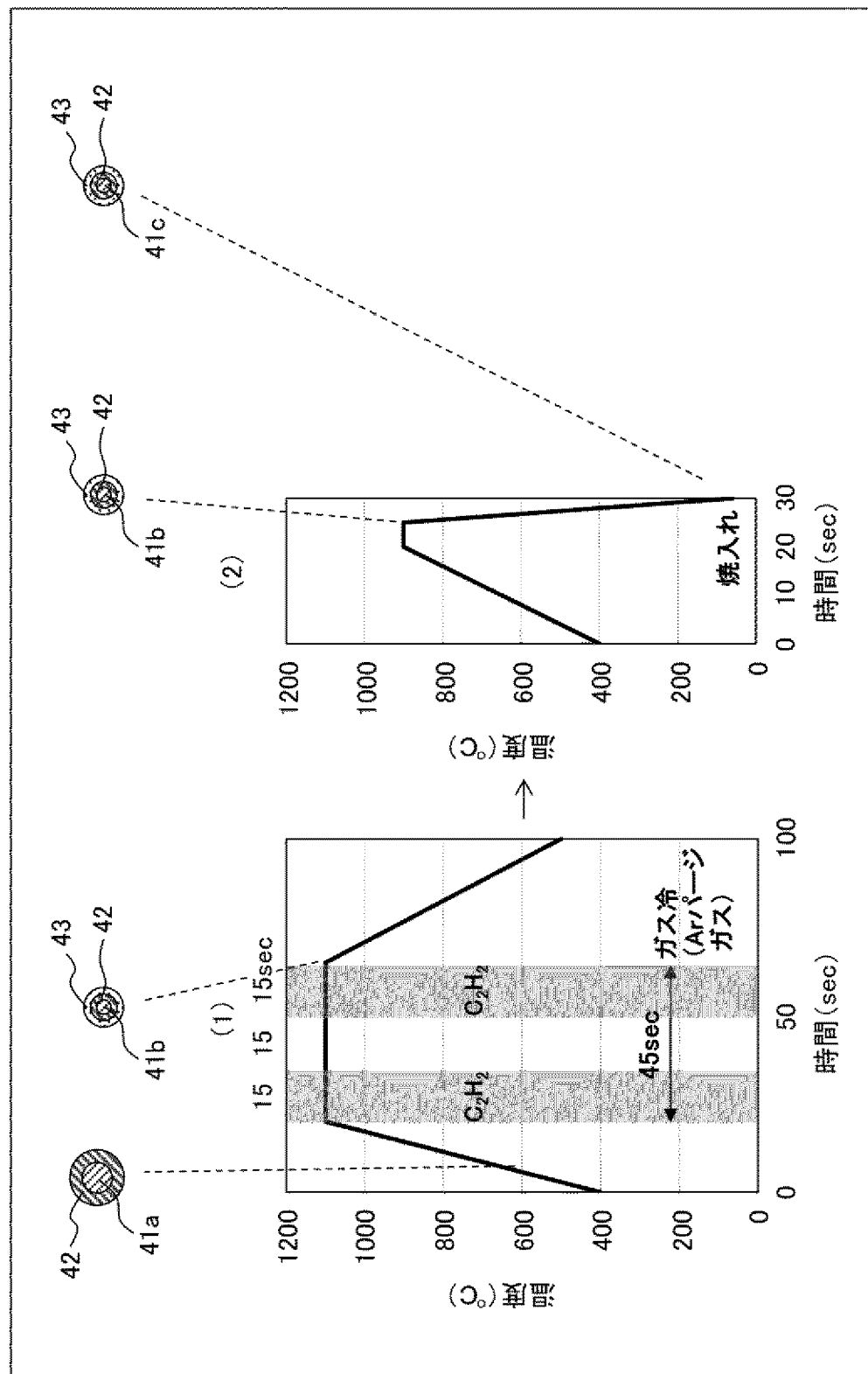
[図11]

図 11



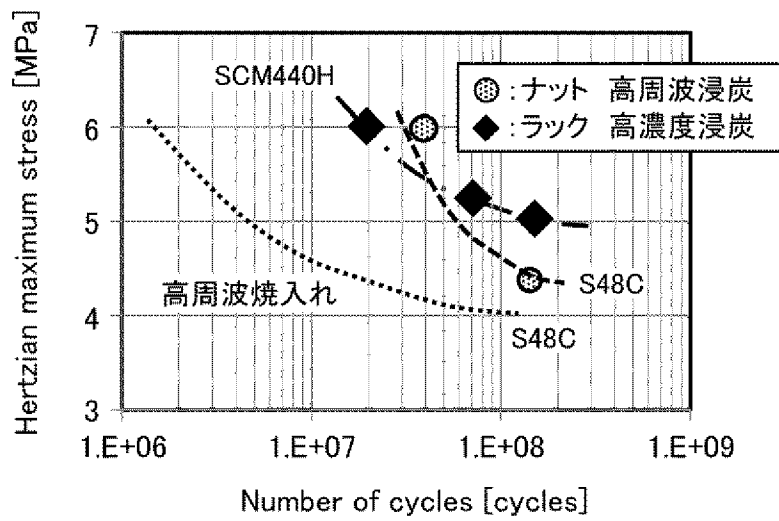
[図12]

図 12



[図13]

図 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/008825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 9/00 (2006.01) i; F16H 25/22 (2006.01) i; F16H 25/24 (2006.01) i; C21D 1/06 (2006.01) i; C21D 1/10 (2006.01) i; B62D 5/04 (2006.01) i

FI: F16H25/22 M; F16H25/24 A; F16H25/24 B; B62D5/04; C21D1/06 A; C21D1/10 A; C21D9/00 A

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)

C21D9/00; F16H25/22; F16H25/24; C21D1/06; C21D1/10; B62D5/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2007-239068 A (NTN CORPORATION) 20.09.2007 (2007-09-20) paragraphs [0019]-[0027], fig. 1	1, 4
Y	paragraphs [0019]-[0027], fig. 1	5-6, 8-10
A	entire text, all drawings	2-3, 7
Y	JP 2018-35912 A (JTEKT CORP.) 08.03.2018 (2018-03-08) paragraphs [0019]-[0029], fig. 1-3	5, 10
Y	JP 2017-83020 A (NSK LTD.) 18.05.2017 (2017-05-18) paragraphs [0015]-[0027], fig. 1-3	5, 10
Y	JP 2000-129418 A (DOWA MINING CO., LTD.) 09.05.2000 (2000-05-09) paragraphs [0012]-[0036], fig. 1-2	6, 8-10

☐ 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
15 April 2020 (15.04.2020)

Date of mailing of the international search report
28 April 2020 (28.04.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/008825

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-239068 A	20 Sep. 2007	(Family: none)	
JP 2018-35912 A	08 Mar. 2018	(Family: none)	
JP 2017-83020 A	18 May 2017	(Family: none)	
JP 2000-129418 A	09 May 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C21D 9/00(2006.01)i; F16H 25/22(2006.01)i; F16H 25/24(2006.01)i; C21D 1/06(2006.01)i; C21D 1/10(2006.01)i; B62D 5/04(2006.01)i FI: F16H25/22 M; F16H25/24 A; F16H25/24 B; B62D5/04; C21D1/06 A; C21D1/10 A; C21D9/00 A		
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）） C21D9/00; F16H25/22; F16H25/24; C21D1/06; C21D1/10; B62D5/04		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2007-239068 A (NTN株式会社) 20.09.2007 (2007-09-20) 段落[0019]-[0027], 図1	1, 4
Y	段落[0019]-[0027], 図1	5-6, 8-10
A	全文, 全図	2-3, 7
Y	JP 2018-35912 A (株式会社ジェイテクト) 08.03.2018 (2018-03-08) 段落[0019]-[0029], 図1-3	5, 10
Y	JP 2017-83020 A (日本精工株式会社) 18.05.2017 (2017-05-18) 段落[0015]-[0027], 図1-3	5, 10
Y	JP 2000-129418 A (同和鋳業株式会社) 09.05.2000 (2000-05-09) 段落[0012]-[0036], 図1-2	6, 8-10
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、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 15.04.2020		国際調査報告の発送日 28.04.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 鷺巣 直哉 3J 1776 電話番号 03-3581-1101 内線 3328

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/008825

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-239068	A	20.09.2007	(ファミリーなし)	
JP	2018-35912	A	08.03.2018	(ファミリーなし)	
JP	2017-83020	A	18.05.2017	(ファミリーなし)	
JP	2000-129418	A	09.05.2000	(ファミリーなし)	