

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 6 月 29 日 (29.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/068205 A1(51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) F16C 33/62 (2006.01)
C23C 8/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/023565

(22) 国際出願日: 2005 年 12 月 22 日 (22.12.2005)

(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 2004-373658
2004 年 12 月 24 日 (24.12.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ジェイテクト (JTEKT Corporation) [JP/JP]; 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 Osaka (JP). 愛知製鋼株式会社 (AICHI STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 Aichi (JP).

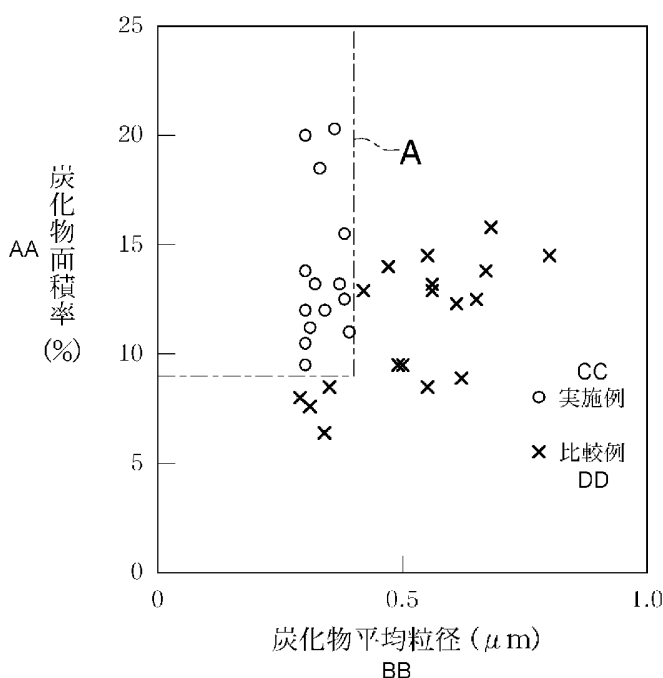
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 木澤 克彦 (KIZAWA, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒5820026 大阪府柏原市旭ヶ丘 2 丁目 1 3 番 1 号 Osaka (JP). 三上 剛 (MIKAMI, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒6350058 奈良県大和高田市西坊城町 2 8 2 - 9 Nara (JP). 西川 友章 (NISHIKAWA, Tomoaki) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi

[続葉有]

(54) Title: ROLLING-SLIDING ELEMENTS AND PROCESS FOR PRODUCTION OF THE SAME

(54) 発明の名称: 転がり、摺動部品およびその製造方法

AA... AREA RATIO OF CARBIDES (%)
BB... MEAN PARTICLE DIAMETER OF CARBIDES (μm)
CC... EXAMPLE
DD... COMPARATIVE EXAMPLE

(57) Abstract: The invention provides rolling-sliding elements which can attain more prolonged service lives even when used in rolling bearings to which contaminated lubricating oils are applied. Rolling-sliding elements are made of a steel which contains C: 0.7 to 0.9 wt%, Si: 0.05 to 0.7 wt%, Mn: 0.05 to 0.7 wt%, Cr: 3.2 to 5.0 wt%, Al: 0.04 wt% or below, P: 0.03 wt% or below, S: 0.03 wt% or below, Ti: 0.005 wt% or below, O: 0.0015 wt% or below, and at least either of Mo: less than 1.0 wt% and V: less than 0.50 wt% with the balance being Fe and unavoidable impurities and which has a carburized layer on the surface. The deposit carbide content of the layer is adjusted to 9 to 30 % in terms of area ratio. At least 50 % of the deposit carbides present in the layer are of M_7C_3 type and/or $M_{23}C_6$ type in terms of area ratio. The mean particle diameter of the carbides present in the layer is adjusted to 0.2 to 0.4 μm and the residual austenite content of the layer is adjusted to 35 to 60 %.

(57) 要約: 異物が混入した潤滑油が用いられる転がり軸受に使用した場合、一層の長寿命化を図ることができる転がり、摺動部品を提供する。転がり、摺動部品を C: 0.7 ~ 0.9 wt%、Si: 0.05 ~ 0.7 wt%、Mn: 0.05 ~ 0.7 wt%、Cr: 3.2 ~ 5.0 wt%、Al: 0.04 wt% 以下、P: 0.03 wt% 以下、S: 0.03 wt% 以下、Ti: 0.005 wt% 以下および O: 0.0015 wt% 以下を含み、さらに Mo: 1.0 wt% 未満および V: 0.50 wt% 未満のうちの少なくとも 1 種を含み、残部 Fe および不可

避不純物からなり、かつ表面に浸炭処理された表層部を有する鋼により形成する。表層部の全析出炭化物の面積率を 9 ~ 30 % とする。表層部に存在する全析出炭化物のうち、面積率で

[続葉有]

WO 2006/068205 A1



(JP). 藤原 輝元 (FUJIWARA, Terumoto) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 日比 紀彦, 外(HIBI, Norihiko et al.); 〒5420086 大阪府大阪市中央区西心斎橋 1 丁目 1 3 番 1 8 号 イナバビル 3 階 キシモト特許事務所内 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,

RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

転がり、摺動部品およびその製造方法

技術分野

- [0001] この発明は、転がり、摺動部品およびその製造方法、さらに詳しくは、たとえば異物が混入した潤滑油が用いられる転がり軸受の軌道輪および転動体として使用される転がり部品、またはすべり軸受部品として用いられるのに適した転がり、摺動部品およびその製造方法に関する。
- [0002] この明細書および特許請求の範囲において、転がり、摺動部品とは、純然たる転がり接触、純然たるすべり接触、および転がり接触とすべり接触とが混在する接触を行う部品をいうものとする。

背景技術

- [0003] 異物が混入した潤滑油を用いて使用される転がり軸受や、たとえば自動車の燃費向上を目的として小型、軽量化が図られた転がり軸受の軌道輪および転動体として、JIS SUJ2などの軸受鋼(高炭素クロム軸受鋼)より所定の形状に形成された加工済み部品素材を、カーボンポテンシャルが1.2%以上である浸炭雰囲気中において840～870℃で3時間以上加熱することにより浸炭処理を施した後急冷し、さらに焼戻し処理を施すことにより製造され、表面から最大せん断応力が作用する深さまでの範囲の表層部の全炭素量が1.0～1.6wt%となされるとともに、前記表層部のマトリックス中の固溶炭素量が0.6～1.0wt%となされ、さらに前記表層部に炭化物が析出しているとともに、前記炭化物の量が面積率で5～20%でかつその粒径が3 μ m以下となされた転がり、摺動部品が知られている(特許文献1参照)。
- [0004] しかしながら、部品の小型化やより過酷な環境下でさらなる長寿命が求められる用途では、特許文献1記載の転がり、摺動部品を上回る高性能化が望まれる。特に異物が混入した潤滑油中で転がり、摺動部品を使用する場合には、そうでない場合に比べて寿命が大きく低下することが知られており、そのための対策が強く求められていた。異物が混入した潤滑油中での長寿命化を図るための対策として、従来、浸炭処理後の転がり、摺動部品の表層部に、軟質な残留オーステナイトを20%程度存在

させることが行われている。すなわち、残留オーステナイトは、異物を噛み込んだときに生成される圧痕周辺における応力集中を緩和する効果があるため、圧痕の生成を原因とする亀裂の発生および進展を遅延する効果を有している。したがって、従来の転がり、摺動部品のさらなる高性能化を図るには、表層部の残留オーステナイト量をさらに増加させ、たとえば30%を越える多量とすることが考えられている。

[0005] しかしながら、JIS SUJ2で表層部の残留オーステナイト量を増量した場合には以下の大きな問題がある。すなわち、残留オーステナイトは軟質の組織であるため、その量が40%以上となると62以上のロックウェルC硬さ(以下、HRCと称する)を得ることが難しくなり、軸受として必要とされる強度が確保できなくなる。この問題を解決するために、JIS SUJ2からなる加工済み部品素材に高濃度浸炭(表層部の炭素量をたとえば1.6wt%以上にする)を施すことが考えられる。ところが、JIS SUJ2の場合、浸炭処理を施すことにより表層部に析出する炭化物はセメンタイトのようなビッカース硬度が1150~1760の M_3C 型炭化物 $\{=Fe_3C, (Fe, Cr)_3C\}$ が多く、この M_3C 型炭化物は、他の合金炭化物(M_7C_3 、MC)に比べ浸炭時の炭化物成長速度が速く(参考文献:高山:日本金属学会誌、11、45(1981)、1195)、かつ硬さが低い(M_7C_3 およびMCはビッカース硬度が1800以上である)という性質を有する。したがって、炭化物の平均粒径が大きくなるため、分散析出強化量が低下し、炭化物析出による硬度向上効果が小さくなるという問題がある。また、炭化物の粗大化を誘発し、その結果、転がり寿命改善効果が十分に得られなくなるという問題がある。

[0006] 但し、Crを増量して M_7C_3 型炭化物を利用し、異物混入下での転動寿命を改善しようとする試み自体は、新規なものではなく、例えば特許文献2等に記載の発明が既に提案されている。しかしながら、この発明は浸炭後の炭化物の種類、面積率については記載されているものの、個数、大きさ等の分布状態については特に記載がなく、単に粗大化防止が必要と記載されているにすぎない。そのため、炭化物の微細化が十分とならず、残留オーステナイト量を50%程度と多量にした場合には高硬度を維持できなくなるとともに、十分な寿命改善効果が得られないという問題がある。

[0007] また、特許文献3において、既存の肌焼鋼を用いて、全て浸炭、または浸炭窒化処理を適用し、ある程度の表面硬さを確保し、さらには残留オーステナイト量を高めて、

異物が混入した潤滑環境での転動寿命を向上させる方法が提案されているが、前述したJIS SUJ2の場合と同じ問題が発生し、優れた転がり寿命が得られないという問題がある。

特許文献1:特開2004-52101号公報

特許文献2:特公平6-11899号公報

特許文献3:特開平1-55423号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0008] この発明の目的は、上記問題を解決し、特に異物が混入した潤滑油が用いられる転がり軸受の軌道輪および転動体や、滑り軸受部品などとして使用した場合、一層の長寿命化を図ることができる転がり、摺動部品およびその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 請求項1の発明による転がり、摺動部品は、
表面に浸炭処理された表層部を有する鋼により形成され、表層部の全析出炭化物の面積率が9～30%であるとともに、表層部に存在する全析出炭化物のうち、面積率で50%以上の炭化物が M_7C_3 型および／または $M_{23}C_6$ 型であり、表層部の炭化物の平均粒径が0.2～0.4 μm 、表層部の残留オーステナイト量が35～60%となされているものである。
- [0010] ここで、表層部とは、浸炭処理により、内部に比較して明確に多量のCを含有する部分であって、転がり、摺動面における寿命に影響を及ぼす深さ部分であり、たとえば異物油中で使用される転がり、摺動部品では最表面を基準として0～50 μm の範囲である。なお、以下も同様である。
- [0011] 請求項1の発明は、表層部の残留オーステナイト量を多量にしても高硬度を維持することが可能であり、かつ異物が混入した潤滑下での寿命を向上させることを目的として、詳細に検討した結果、下記の知見を得ることにより完成されたものである。
- [0012] (1)表面の高炭素濃度の浸炭層内に析出し、浸炭処理後に析出したままで残存する未固溶炭化物は、一般的な機械構造用鋼では M_3C 型炭化物であるが、請求項1

の発明のように、表層部に存在する全析出炭化物のうち、面積率で50%以上の炭化物を高硬度でかつ粗大化し難い M_7C_3 型および／または $M_{23}C_6$ 型にすると、浸炭後の表層部の炭化物粒径を、 M_3C 型炭化物が主の鋼に比べ微細とすることができ、異物混入下での寿命を大幅に向上できる。また、 M_7C_3 型、 $M_{23}C_6$ 型炭化物は前述した通り高硬度であるため、多量の残留オーステナイト存在下であっても高硬度を維持できる。

[0013] (2)上記(1)の効果を高めるために、表層部の炭化物をより微細に析出させるには、請求項2の発明のように、Crを多量に含有する鋼を、浸炭前に加工性改善のために行われる球状化焼鈍によって多量の析出物が存在した状態としておき、さらに高炭素濃度の浸炭処理を行う。その結果、浸炭処理により素材表面から侵入した炭素が炭化物として析出、成長する際、浸炭処理前に析出済みの多数の未固溶炭化物を析出核として炭化物の微細析出が可能となり、かつ炭化物の粗大化も抑制される。そして、その効果により、異物混入下での寿命の向上を図ることができる。

[0014] なお、球状化焼鈍後の炭化物の状態としては、平均粒径が $0.1 \sim 0.5 \mu m$ であって、 $0.1 \mu m$ 以上の大きさの炭化物の析出数が $1,500,000$ 個以上/ mm^2 とすることが望ましい。このような微細な析出状態とするには、 $800^\circ C$ 付近の温度に加熱し $25^\circ C/h$ 以下というゆっくりとした速度で徐冷することが必要である。このような析出状態とされている加工済み部品素材を後述の高濃度浸炭処理することにより、平均粒径が $0.2 \sim 0.4 \mu m$ で且つ多量に炭化物が析出した表層部を有する部品を得ることができる。

[0015] ここで、浸炭処理中においては、その加熱によって、浸炭処理前に存在していた一部の炭化物が固溶し、その固溶量が多い場合には、浸炭処理後における炭化物の数、量が減少することになる。従って、浸炭処理後において存在する炭化物の数、量は浸炭処理前に存在していた炭化物がどれだけ固溶せず残存するかによって変化する。浸炭処理後にどの程度固溶せずに残存していたかは、内部の未浸炭層中に存在する炭化物数を測定すれば、概ね把握することが可能である。具体的には、未浸炭層中の残存炭化物量が $300,000$ 個/ mm^2 以上であることが望ましい。未浸炭層の残存炭化物量が多くなるように浸炭処理することにより、浸炭層中においては、

$M_{73}C_{236}$ 型および／または $M_{236}C_6$ 型の炭化物を主とする微細炭化物が多量に析出した状態を得ることができ、かつ前述した通り $M_{73}C_{236}$ 型、 $M_{236}C_6$ 型炭化物は、浸炭時の成長速度が M_3C 型炭化物に比べ遅いため、浸炭後の粒径を小さくすることができ、その結果異物混入下での寿命を大幅に向上できる。なお、未固溶炭化物が大きく減少しないようにするには、浸炭温度を生産性に影響が大きくでない範囲で低めの温度に設定するようにすれば良い。

[0016] 請求項1の発明の転がり、摺動部品において、各数値の限定理由は次の通りである。

[0017] 全析出炭化物中の $M_{73}C_{236}$ 型および／または $M_{236}C_6$ 型の量

$M_{73}C_{236}$ 型および $M_{236}C_6$ 型炭化物は、高硬度の炭化物であり、これらを前述した通り微細に析出させるとともに、全析出炭化物のうち、面積率で50%以上含有させることによって高寿命を得ることが可能となる。なお、 M_3C 型炭化物よりも高硬度でかつ粗大化し難い $M_{73}C_{236}$ 型および $M_{236}C_6$ 型炭化物は、後述するように、主として、炭化物形成元素であるCrを、従来鋼に比べて多量(3.2～5.0wt%)に含有させることや、Moを適量添加することによって、優先的に析出させることが可能になる。

[0018] 表層部の炭化物の面積率および炭化物の平均粒径

後述する実施例および比較例の評価試験の結果から、 L_{10} 寿命比(JIS SUJ2の焼き入れ、焼き戻し品の L_{10} 寿命を1とした場合の寿命比)が10以上になるのは、炭化物の面積率と平均粒径と L_{10} 寿命比との関係を表す図1に鎖線Aで示す領域であることが判明したので、鎖線Aで示す長寿命領域における面積率の下限9%を面積率の下限值とし、同じく平均粒径の上限0.4 μm を平均粒径の上限値とした。また、面積率の上限値である30%は、この上限値を超えると粗大な炭化物が発生し、転がり疲労き裂の起点となって、転がり、摺動部品の短寿命化につながることから決定した。この上限値の好ましい値は20%であり、さらに好ましくは15%である。さらに、平均粒径の下限值である0.2 μm は、浸炭プロセスにおいてこの下限値未満になると面積率9%以上を実現することが現在の工学技術上困難と判断されることから決定した。

[0019] なお、従来においては、平均粒径と面積率の関係は、一般的には面積率が大となればなるほど平均粒径も大となる関係であったが、請求項1の発明では面積率大で

も平均粒径小とするところが新規な点である。そのためには前述した通り、浸炭処理前に球状化焼鈍処理によって炭化物を微細かつ多量に析出させておき、その炭化物のうちの多くが浸炭処理後に残存するような条件で処理することがポイントとなる。

[0020] 表層部の残留オーステナイト量

表層部の残留オーステナイト量が35～60%であると、潤滑油中に混入した異物により発生する表層部の圧縮応力を緩和できるとともに、き裂の発生および進展を抑制することができ、その結果転がり、摺動部品を用いた転がり軸受の一層の長寿命化を図ることができる。しかしながら、残留オーステナイト量が35%未満であるときこのような効果が小さく、60%を超えると、高硬度の $M_{73}C_3$ 型および／または $M_{236}C_6$ 型の炭化物を析出させて硬度低下の抑制を図ったとしても、表層部の硬さをHRC62以上にすることが困難であるとともに、軸受性能として重要な寸法安定性が悪くなるという問題が発生する。

[0021] 請求項2の発明による転がり、摺動部品は、

C:0.7～0.9wt%、Cr:3.2～5.0wt%を含み、かつ表面に浸炭処理された表層部を有する鋼により形成され、表層部の炭化物の平均粒径が0.2～0.4 μ m、表層部の炭化物の面積率が9～30%、表層部の残留オーステナイト量が35～60%となされているものである。

[0022] 本発明は、浸炭後の炭化物粒径を微細として、異物混入下での寿命を向上することが特徴であり、そのためには浸炭加熱による粒成長速度の遅い $M_{73}C_3$ 型および／または $M_{236}C_6$ 型炭化物を $M_{73}C_3$ 型炭化物に比較して優先的に析出させる必要がある。そのためにはCとCr量の最適化が重要であり、請求項2においてその範囲を明確にしたものである。炭化物を微細化させるためのポイントについては、前述した請求項1の発明と全く同一である。

[0023] 請求項2の発明の転がり、摺動部品において、各数値の限定理由は次の通りである。なお、表層部の炭化物の面積率および炭化物の平均粒径、および表層部の残留オーステナイト量については、請求項1の発明と同様である。

[0024] C含有量

Cは焼入処理後の硬さを上昇させ、強度確保のための内部硬さを得るために必要

な元素である。また、Cは浸炭処理前において未固溶炭化物を多量に残存させ、これを浸炭処理後にも微細かつ多量に残存した状態とすることにより、優れた寿命を得ることを可能にするための必須元素である。したがって、未固溶炭化物生成のために必要となる十分な量のCを添加しておかなければならず、その下限値を0.7wt%とした。しかしながら、Cを過剰に含有すると、球状化焼鈍後の硬さを上昇させ、浸炭前の機械加工性が低下するとともに、後述するように従来の軸受鋼よりもCrを多く添加している影響から、鋼材製造時に疲労破壊の起点となり易い粗大な共晶炭化物が生成し易くなるため、上限値を0.9wt%とした。

[0025] Cr含有量

Crは本発明にとって最も重要な炭化物形成元素であり、浸炭処理前の段階で多量の未固溶炭化物を生成させ、浸炭処理時にその炭化物が析出核として作用することにより、浸炭処理後の表面浸炭層に微細炭化物(特に高硬度を有する $M_{7/3}C$ 型および/または $M_{23/6}C$ 型炭化物)を析出させ、高寿命を得ることを可能にするために不可欠の元素である。したがって、前記効果を十分に得るためには、従来の軸受鋼に比べ多量に含有する必要がある、下限値を3.2wt%とした。しかしながら、過剰に含有すると疲労破壊の起点となる粗大な共晶炭化物の生成を防止することが困難になるとともに、コストが高くなるため、上限値を5.0wt%とした。

[0026] なお、前述したように、従来においては、平均粒径と面積率の関係は、一般的には面積率が大となればなるほど平均粒径也大となる関係であったが、請求項2の発明では面積率大でも平均粒径小とするところが新規な点であり、それを実現したポイントは、C含有量およびCr含有量の最適化を図った請求項2の材料成分からなる鋼を球状化焼鈍し、微細な炭化物を多量に析出させた状態とした上で、高濃度浸炭することにより、合金炭化物を析出させることである。

[0027] 請求項3の発明による転がり、摺動部品は、請求項1または2の発明において、表層部の全炭素量が1.2～1.8wt%となされているものである。

[0028] 請求項3の発明の転がり、摺動部品において、表層部の全炭素量を1.2～1.8wt%にした限定理由は次の通りである。

[0029] すなわち、後述する実施例の評価試験の結果から、請求項1の発明の前述した合

金組成を有する材料において、カーボンポテンシャルが1.3%の浸炭雰囲気中において870～950℃に加熱して浸炭処理を施した場合の表層部の炭化物面積率と表層部の炭素量との関係は、図2に示すような相関関係となつて、回帰式 $Y=0.0308X+0.9256$ が得られ、この回帰式に前述の面積率9～30%の値を代入することにより、1.2～1.8wt%の範囲に設定した。

[0030] 請求項4の発明による転がり、摺動部品は、請求項1、2または3の発明において、表層部の炭化物の面積率が10～20%となされているものである。

[0031] 請求項5の発明による転がり、摺動部品は、請求項1～4のうちのいずれかの発明において、表層部の残留オーステナイト量が40～50%となされているものである。

[0032] 請求項6の発明による転がり、摺動部品は、請求項1～5のうちのいずれかの発明において、C:0.7～0.9wt%、Si:0.05～0.7wt%、Mn:0.05～0.7wt%、Cr:3.2～5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼により形成されていることを特徴とするものである。

[0033] なお、C、Crの成分限定理由は、請求項2と同一である。また、C、Crを除く成分限定理由については後述する。

[0034] 請求項7の発明による転がり軸受は、内外両輪および転動体を備えており、内外両輪および転動体のうちの少なくとも1つが、請求項1～6のうちのいずれかに記載の部品からなるものである。

[0035] 請求項8の発明による転がり、摺動部品の製造方法は、

C:0.7～0.9wt%、Si:0.05～0.7wt%、Mn:0.05～0.7wt%、Cr:3.2～5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%以下を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を球状化焼鈍処理により多量の炭化物が析出した状態とした後、所定の形状に形成して加工済み部品素材を製造し、カーボンポテンシャルが1.0～1.5%の浸炭雰囲気中で870～950℃に加熱して浸炭処理を施した後急冷し、さらに焼戻し処理を施す

ことにより、表層部の全析出炭化物の50%以上を M_7C_3 型および／または $M_{23}C_6$ 型とし、表層部の炭化物の平均粒径を0.2～0.4 μm 、表層部の炭化物の面積率を9～30%、表層部の残留オーステナイト量を35～60%とすることを特徴とするものである。

[0036] 諸求項6および8の発明において、用いる鋼のCおよびCrを除いた各元素の含有量、ならびに請求項8の発明における浸炭処理における各数値の限定理由は次の通りである。なお、用いる鋼のCおよびCrの含有量の限定理由については、請求項2の発明の場合と同じである。また、浸炭後の表層部の全析出炭化物中の M_7C_3 型および／または $M_{23}C_6$ 型の量の限定理由については、請求項1の発明の場合と同じである。さらに、浸炭後の表層部の炭化物の平均粒径、表層部の炭化物の面積率、および表層部の残留オーステナイト量の限定理由については、請求項1および2の発明の場合と同じである。

[0037] Si含有量

Siは鋼の精錬時の脱酸のために必要な元素であるとともに、炭化物に固溶し難い性質を有することから、Siを含有していると炭化物の粗大成長にとって障害となり、その成長を抑制する効果を有する元素である。したがって、前記効果を得るために少量の含有は不可欠となるため、その下限値を0.05wt%とした。しかしながら、Siを過剰に含有するとフェライトの強化によって球状化焼鈍後の硬さを上昇させ、浸炭前の機械加工性が低下するため、上限値を0.70wt%とした。

[0038] Mn含有量

Mnはオーステナイトを安定化させる元素であり、その増量によって容易に残留オーステナイト量を増加させることができるため、下限値を0.05wt%とした。しかしながら、Mnの増量は浸炭加熱時に炭化物の固溶温度の低下をもたらすことから、過剰に含有すると未固溶炭化物量が減少し、浸炭層での炭化物析出による硬度向上効果が小さくなるとともに優れた寿命を確保することが困難になる。また、Mnの増量は、熱間加工性、機械加工性を低下させるという問題もある。そこで、本発明では、必要とする残留オーステナイト量の確保は、主としてCの増量によって得ることとし、最低限必要な焼入性確保のために、上限値を0.7wt%とした。Mn含有量の上限値は0.

50wt%であることが好ましい。

[0039] Al含有量

Alは鋼の精錬時の脱酸のために必要な元素であるが、含有量が多くなるとアルミナ系非金属介在物が増加して、鋼材製造時に割れ、表面疵などが発生し易くなるばかりでなく、転動疲労時の剥離起点となる。従って、Alの添加は脱酸に必要な最低限量に抑制することが望ましく、上限値を0.04wt%とした。

[0040] P含有量

Pはオーステナイト粒界に偏析して鋼の靱性を低下させるため、上限値を0.03wt%とした。

[0041] S含有量

SはMnと結合することでMnSを形成し、被削性が向上することが知られている。しかしながら、Sを多く含有するとMnSが粗大化し、転動疲労時の剥離起点となるため、上限値を0.03wt%とした。

[0042] Ti含有量

TiはNと結合することで非金属介在物であるTiNを生成し、転動疲労寿命を低下させることが知られている。このTiN介在物はTiの含有量の増加に伴って増加、粗大化するため、上限値を0.005wt%とした。また、前記理由によりTi含有量は上限値内であっても少ない方が好ましい。

[0043] O含有量

Oの多くは鋼中のAlや、不純物として存在する微量のCaと結合することにより、酸化物系介在物となって鋼中に存在する。これらの酸化物系介在物は転動疲労時の剥離起点となることが知られており、転動疲労寿命を低下させる。したがって、従来より、製鋼メーカーとしては鋼中のO量を極力減少させるための技術開発を行ってきた。そのような背景からOの上限値を0.0015wt%とした。また、前記理由によりO含有量は上限値内であっても少ない方が好ましい。

[0044] Mo含有量

MoはCrよりもCとの親和力の強い炭化物形成元素であり、浸炭温度における炭化物の固溶温度を上昇させ、未固溶炭化物量を増加させる元素である。したがって、本

発明にとって浸炭処理後の表面浸炭層の微細炭化物量を増加させ、硬度を上昇させるために重要な元素である。また、Moは鋼の焼入性を向上させるとともに、残留オーステナイト量の増加にも寄与し、さらに $M_{23}C_6$ 型炭化物を効果的に析出させる効果を有する元素である。したがって、Moは後述するVも含めた2種の元素のうち1種以上を添加して、表面硬度の上昇を図ることとしたのである。しかしながら、過剰の含有はコスト高となるばかりでなく、鋼材製造時に疲労破壊の起点となる粗大な共晶炭化物が生成してしまうため、含有量を1.0wt%未満とした。なお、下限値は特に限定していないが、前記効果を得るためには0.10wt%以上含有させることが好ましい。

[0045] V含有量

VはCとの親和力の非常に強い炭化物形成元素であるとともに、生成されたV炭化物であるVCは、Moの炭化物と比較して固溶温度が高いため、後述する本発明の製造方法の浸炭温度域では、浸炭処理前に存在していたVCの多くは固溶することがない。したがって、その未固溶炭化物は浸炭処理時に浸炭層における炭化物の析出核となり、炭化物の微細化に寄与するため、前述のMoも含めた元素のうち1種以上を添加して硬度の上昇および寿命の改善を図ることとしたのである。特に、VCは浸炭時の加熱によって、その多くが固溶しないことから、Moに比べ表面硬度上昇効果が大きいので、MoおよびVのうち、Mo単独添加よりはV単独添加の方が高い硬さを得ることができる。しかしながら、Vを過剰に含有するとCの拡散を阻害するため、浸炭表面の炭素濃度が上昇しにくくなるとともに、VCの生成によって固溶炭素量が減少し、必要とする残留オーステナイト量が確保しにくくなるので、含有量を0.50wt%未満とした。なお、下限値は特に限定していないが、前記効果を得るためには0.05wt%以上含有させることが好ましい。

[0046] 浸炭処理温度

浸炭処理温度が870℃未満であると、炭素の拡散速度が遅くなり、要求される熱処理品質を得るには多大な時間とコストを要し、しかも多量の煤が発生する。また、950℃を超えると、浸炭処理前の未固溶炭化物の固溶量が増加し、浸炭処理後の析出炭化物の減少および粗大化が生じるとともに、オーステナイト結晶粒の粗大化に伴い、その結晶粒界に粗大な炭化物が析出し、転がり、摺動部品としての機能を低下さ

せる。また、成分によっては高温に処理すると M_7C_3 型、 $M_{23}C_6$ 型炭化物の比率が減少し、成長速度の速い M_3C 型炭化物が増加して、一層炭化物の粗大化が促進される場合もある。したがって、浸炭処理温度は870～950℃の範囲内で選ぶべきである。このような適切な温度で処理することで、浸炭前に生成された未固溶炭化物の固溶が抑制され、浸炭後に多量かつ微細に炭化物が析出した状態を得ることができ、寿命が大きく改善される。なお、通常、浸炭処理の最後に焼き入れ処理をする少し前(30分程度前)に、焼き入れ温度の調整のため若干温度を変更することがよく行われるが、ここでいう浸炭処理温度とは変更前の温度のことである。

[0047] 浸炭処理雰囲気のカーボンポテンシャル

浸炭処理温度を870～950℃に設定して処理中の炭化物の固溶および成長を抑制するとともに、カーボンポテンシャルを1.0%以上にするにより、平均粒径0.2～0.4 μm 以下の微細な炭化物を、面積率で9～30%となるように表層部に多量に分散析出させることができ、その結果異物が混入した潤滑油中で大幅に寿命を改善できる。なお、カーボンポテンシャルの上限値は、大量の煤の発生を防止するために1.5%とする。

発明の効果

[0048] 請求項1の発明の転がり、摺動部品によれば、表層部の全析出炭化物のうち、面積率で50%以上の炭化物が、高硬度で微細な M_7C_3 型および／または $M_{23}C_6$ 型であり、それを浸炭処理前の炭化物析出状態も考慮して浸炭処理することにより、平均粒径が0.2～0.4 μm となるように非常に微細に析出させている。また本発明は、表面浸炭層に多量の残留オーステナイトを含有させている。その結果、多量の残留オーステナイトが、圧痕エッジ部の応力集中緩和効果および疲労強度向上効果を発揮するとともに、転がり、摺動部品を用いた転がり軸受や、すべり軸受の長寿命化を図ることができる。しかも、この転がり軸受は、当然のことながら清浄な潤滑油を用いて使用した場合にも長寿命となる。

[0049] 請求項2の発明の転がり、摺動部品によれば、請求項1の発明に対し、さらにC含有量およびCr含有量の最適化を行った結果、高硬度で微細な M_7C_3 型および／または $M_{23}C_6$ 型の炭化物を表層部に多量に析出させることができるので、浸炭時の炭

化物の成長を確実に抑制することができる。また、請求項1の発明と同様に多量の残留オーステナイトが、圧痕エッジ部の応力集中緩和効果および疲労強度向上効果を発揮し、潤滑油の清浄度に関係なく、高寿命の転がり、摺動部品を得ることができる。

[0050] 請求項3の発明の転がり、摺動部品によれば、表層部の全炭素量を適切な範囲にすることによって、浸炭処理後の表層部の炭化物の面積率が適切な範囲に制御され、転がり、摺動部品を用いた転がり軸受や、すべり軸受の長寿命化を図ることができる。

[0051] 請求項4の発明の転がり、摺動部品によれば、表層部の炭化物の面積率を最適化しているので、寿命向上効果が一層優れたものになる。

[0052] 請求項5の発明の転がり、摺動部品によれば、表層部の残留オーステナイト量を最適化しているので、寿命向上効果が一層優れたものになる。

[0053] 請求項6の発明の転がり、摺動部品によれば、全添加元素の範囲を最適化しているので、請求項2と同様に $M_{73}C_6$ 型、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物を多量かつ微細に析出させるのに有利な成分となっており、かつ疲労破壊の起点となるTiやAlの介在物も小さく抑えられるので、高寿命の転がり、摺動部品を得ることができる。

[0054] 請求項7の発明の転がり軸受によれば、異物が混入した潤滑油中および清浄潤滑油中での寿命が延びる。

[0055] 請求項8の発明の転がり、摺動部品の製造方法によれば、 $M_{73}C_6$ 型、 $M_{23}C_6$ 型炭化物が多量かつ微細に析出させた部品を確実に得ることができるので、転がり、摺動部品の寿命改善に大きく貢献できる。

発明を実施するための最良の形態

[0056] 以下、この発明の具体的実施例を比較例とともに説明する。

[0057] 実施例1～10および比較例1～18

表1に示す組成を有する17種の鋼材を用意し、前述した通り、優れた加工性を得るとともに、浸炭後の高硬度を得るために、浸炭前に多量の炭化物を析出させた状態とする必要性から、これらの鋼材に球状化焼鈍処理を施した後、型番6206の転がり軸受に用いられる28種類の内輪素材を形成し、これらの内輪素材に図3～図9に示す

条件で熱処理を施して内輪(実施例1~10および比較例1~18)を製造した。なお、球状化焼鈍後で浸炭処理前の炭化物の析出個数を測定するため、浸炭処理前の試験片について走査型電子顕微鏡で1万倍に拡大して観察し、個数を測定した。

[表1]

鋼種	組 成(wt%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Al	Ti	O
A	0.75	0.48	0.43	0.020	0.009	4.05	0.01	0.35	0.021	0.0019	0.0009
B	0.78	0.51	0.40	0.019	0.004	3.56	0.16	0.22	0.018	0.0022	0.0010
C	0.79	0.27	0.32	0.015	0.014	3.29	0.35		0.019	0.0032	0.0008
D	0.80	0.48	0.41	0.022	0.005	3.60	0.43	0.30	0.021	0.0028	0.0008
E	0.81	0.33	0.62	0.017	0.008	4.22		0.46	0.025	0.0018	0.0009
F	0.81	0.54	0.39	0.020	0.002	4.51	0.71		0.020	0.0015	0.0007
G	0.84	0.61	0.52	0.015	0.011	3.88	0.34	0.25	0.017	0.0026	0.0012
H	0.88	0.45	0.41	0.016	0.008	4.75	0.15	0.34	0.015	0.0018	0.0013
I	0.61	0.55	0.44	0.018	0.005	3.49	0.16	0.27	0.020	0.0019	0.0011
J	0.74	0.46	1.36	0.016	0.010	3.28	0.36		0.019	0.0022	0.0007
K	0.76	0.40	0.50	0.014	0.007	2.81	0.14	0.29	0.022	0.0030	0.0009
L	0.80	0.52	0.40	0.018	0.007	5.74	0.45	0.17	0.018	0.0015	0.0009
M	0.84	0.35	0.39	0.020	0.003	4.11	1.18		0.017	0.0020	0.0012
N	0.83	0.45	0.47	0.019	0.009	3.97	0.25	0.66	0.023	0.0018	0.0011
O	0.98	0.41	0.42	0.015	0.004	4.63	0.77	0.25	0.017	0.0021	0.0009
P	0.21	0.29	0.81	0.022	0.015	1.10			0.035	0.0036	0.0014
Q	1.00	0.28	0.39	0.017	0.003	1.46			0.017	0.0015	0.0007

[0058] なお、表1において、すべての鋼の残部はFeおよび不可避不純物からなる。

- [0059] 図3に示す熱処理条件1は、カーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において900℃で6時間加熱保持した後、80℃に油冷するものである。
- [0060] 図4に示す熱処理条件2は、カーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において850℃で4時間加熱保持した後、80℃に油冷するものである。
- [0061] 図5に示す熱処理条件3は、カーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において930℃で6時間加熱保持した後、この加熱に引き続いてカーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において900℃で0.5時間加熱保持し、ついで80℃に油冷するものである。
- [0062] 図6に示す熱処理条件4は、カーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において960℃で6時間加熱保持した後、この加熱に引き続いてカーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において900℃で0.5時間加熱保持し、ついで80℃に油冷するものである。
- [0063] 図7に示す熱処理条件5は、カーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において850℃で8時間加熱保持した後、80℃に油冷するものである。
- [0064] 図8に示す熱処理条件6は、850℃で40分間加熱保持した後、80℃に油冷するものである。
- [0065] 図9に示す熱処理条件7は、カーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において850℃で6時間加熱保持した後、この加熱に引き続いてカーボンポテンシャル1.3%の浸炭雰囲気中において900℃で0.5時間加熱保持し、ついで80℃に油冷するものである。
- [0066] なお、前述した熱処理条件1～7においては、図示は省略したが、最後に160℃で2時間加熱保持した後、空冷する焼戻し処理が施される。
- [0067] 前述した熱処理条件1～7のうち、熱処理条件1および3が請求項8の発明の条件を満足する熱処理条件であり、熱処理条件2、4、5、6および7は請求項8の発明の条件を満足しない。
- [0068] このようにして製造された実施例1～10および比較例1～18の内輪の鋼種と、熱処理条件と、熱処理後の内輪の軌道面の表面硬さ(HRC)、軌道面の表層部の全炭素量、軌道面の表層部に析出した炭化物の最大粒径、軌道面の表層部に析出した炭

化物の平均粒径、表面から深さ50 μ mの位置でのX線回折によって残留オーステナイト量をそれぞれ測定した。また、浸炭処理前と同様、浸炭処理後についても、炭化物の析出状態を確認するため、未浸炭層の析出数を走査型電子顕微鏡(1万倍)で測定した。なお、浸炭処理温度を調整し、その結果浸炭時における炭化物固溶の程度が最適であるかを判断するのに、浸炭後の未浸炭層における炭化物析出数を測定すれば良いことについては、前記した通りである。この測定により最適な浸炭処理温度の範囲を判断することができる。

[0069] さらに、表層部の炭化物の種類については、X線回折によって、それぞれの炭化物に相当するピーク強度を求め、その強度比から、 $M_{73}C_3$ 型と $M_{236}C_6$ 型の炭化物の合計面積率を算出した。結果を表2に示す。

[表2]

	鋼種	熱処理 条件	表面硬さ (HRC)	全炭素量 (%)	炭化物の 面積率	炭化物の 平均粒径	残留オースデ ナイト量	L10寿命, h	L10寿命比	M ₇ C ₃ /M ₂₃ C ₆ 炭化物 の面積率
1	A	1	64.2	1.3	13.2	0.37	35	65	11.4	65
2	B	1	64	1.2	9.5	0.3	38	66	11.6	85
3		3	64.6	1.3	12.0	0.34	43	85	14.9	75
4	C	1	64	1.31	12.5	0.38	42	65	11.4	60
5		3	63.4	1.28	11	0.39	45	77	13.5	80
6	D	1	64	1.33	12.2	0.31	46	95	16.7	80
7	E	3	63.3	1.25	10.5	0.3	40	70	12.3	95
8	F	1	64.5	1.4	15.5	0.38	35	68	11.9	95
9	G	1	64.1	1.38	13.8	0.3	44	83	14.6	75
10	H	1	64	1.3	13.2	0.32	40	80	14.0	95
1	I	1	63.3	1.1	8.5	0.55	47	21	3.7	95
2	J	1	63.5	1.3	9.5	0.5	45	31	5.4	70
3	K	1	63.4	1.4	12.6	0.66	46	35	6.1	20
4	L	1	63.8	1.2	14	0.47	34	32	5.6	100
5	M	1	63.6	1.4	13.8	0.67	55	19	3.3	95
6	N	1	65.2	1.1	8.5	0.35	28	23	4.0	100
7	O	1	64.5	1.4	14.5	0.8	43	15	2.6	95
8	B	7	63.5	1	7.6	0.31	28	21	3.7	95
9		4	64	1.5	14.5	0.55	47	42	7.4	35
10	D	7	63.2	1	8	0.29	28	25	4.4	100
11		4	64.2	1.5	15.8	0.68	50	38	6.7	45
12	C	4	64.3	1.4	12.3	0.61	44	40	7.0	50
13	H	4	64.3	1.4	13.2	0.56	40	45	7.9	95
14	P	5	64.8	1.3	12.9	0.42	32	30.1	5.3	0
15	Q	2	64.8	1.3	9.5	0.49	29	25.5	4.5	0
16		5	64.3	1.4	12.9	0.56	35	36.5	6.4	0
17		1	61.7	1.3	8.9	0.62	44	10.2	1.8	0
18		6	61.8	1	6.4	0.34	8	5.70	1.0	0

[0070] 寿命試験

実施例1～10および比較例1～18の内輪を、JIS SUJ2からなりかつ通常の浸炭窒化処理が施されてなる外輪および玉と組み合わせて型番6206C3の玉軸受を組立てた。そして、これらの玉軸受を使用し、異物が混入した潤滑油を用いて寿命試験を

行った。試験条件は表3に示す通りである。

[表3]

荷重	Fr=9000N/set
回転数	2500rpm
異物	ハイス鋼粉末、0.06mass% (硬さ730HV、粒径100~150 μ m)
潤滑	タービン油#68 油浴 (エア攪拌)
油温	自然昇温 (約100℃)
計算寿命 (Lh)	67.8h
試験方法	2set×5回サドンデス試験
試験試料 型番	6206

[0071] なお、表3に示す試験機は、同時に2個の玉軸受の試験を行うことが可能であり、表3中のラジアル荷重は、1つの玉軸受のラジアル荷重を意味する。

[0072] 寿命試験の結果も表2に示す。

[0073] 表2中の L_{10} 寿命比は、試験機に同じ内輪を備えた玉軸受を2個セットし、いずれかの玉軸受の内輪が破損するまでの時間を計測するという試験を5回繰り返し、破損までの時間の平均をとって L_{10} 寿命とし、比較例18(JIS SUJ2、焼き入れ焼き戻し品)の L_{10} 寿命を1として求めたものである。

[0074] 表2に示す結果から明らかなように、請求項1、2および6の発明の要件のうち一部の条件を満たしていない比較例1~18については、得られる寿命が大きく低下していることが明らかとなった。

[0075] すなわち、比較例1~5、7、9、11~14、16および17については、表層部の炭化物の平均粒径が0.4 μ mを超えているため、寿命が低下している。このうち、比較例1~5、7は、成分が本発明で指定した範囲外であることによる影響で炭化物の析出状態が狙いとする状態からはずれたことにより寿命が低下したものであり、特に比較例3は、Cr量が少ないために M_7C_3 型、 $M_{23}C_6$ 型炭化物の比率が面積率で20%と大きく低下(M_3C 型炭化物の比率が増加)したことにより、炭化物が粗大化して寿命が低下したものである。また、比較例5、7は、Mo(比較例5)又はC(比較例7)を過剰に含有している影響で、粗大な共晶炭化物が生成し、粒径が大きくなって寿命が低下したものである。

- [0076] また、比較例9、11～13は浸炭温度が960℃と高すぎるため、炭化物が粗大化したものであるが、このうち、比較例9、11については単に浸炭温度が高いことのみが寿命低下の原因ではなく、処理温度が高いことによって、浸炭加熱時の成長速度が速い M_3C 型炭化物の量が増加し、 $M_{7-3}C$ 型と $M_{23-6}C$ 型の炭化物の面積率が50%未満となったことが、粒が粗大化し寿命低下を引き起こした大きな原因である。
- [0077] また比較例6、8、10および18については、表層部の残留オーステナイト量が不足しているため、寿命が低下している。
- [0078] このうち、比較例8、10は、浸炭温度が低く、浸炭処理中のCの拡散が不十分となったことが寿命低下の理由であり、比較例6はV過剰添加により浸炭性が低下するとともに、VCの多量生成によって、マトリックス中のCの固溶量が低下し、残留オーステナイト量が減少して寿命が低下したものである。さらに、比較例18は、成分が範囲外であることに加え、浸炭処理をしていないため、硬度、残留オーステナイト量が共に著しく低く、寿命も大きく劣る。
- [0079] 次に比較例15～17は、SUJ2を高濃度浸炭した比較例であるが、前述した通り、生成される炭化物中に、硬度が高く、成長速度の遅い $M_{7-3}C$ 型と $M_{23-6}C$ 型の炭化物は全く存在しないため、浸炭時の成長速度が速く、全て平均粒径が $0.4\mu m$ を超えて粗大化し、かつ比較例17のように残留オーステナイトが40%を超えると、表面硬さがHRC62未満となり、寿命が大きく低下した。また、表2には示していないが、本発明で指定した範囲内の成分であっても、浸炭条件の調整で意図的に残留オーステナイト量を60%超とした場合には、HRC62以上の硬さを得られず、寿命が低下した。
- [0080] 前述した比較例に対し、実施例1～10については、ハイス鋼粉という異物が混入した厳しい条件下で試験を行っているにもかかわらず、すべて比較例18(JIS SUJ2の焼き入れ焼き戻し品)と比較して、10倍を超える優れた寿命が得られることが確認できた。
- [0081] なお、表に数値は示していないが、評価方法の説明箇所にて記載した通り、浸炭処理前(球状化焼鈍後)と浸炭処理後の未浸炭層における炭化物析出状態を調査した。その結果、実施例1～10や比較例のうち、成分が本発明の条件を満足している

ものについては、全て1, 500, 000個/mm²以上(165~205万個/mm²)の炭化物が存在していることが確認でき、これを適切な条件で浸炭した実施例1~10は、浸炭後に300, 000個/mm²以上の炭化物が未浸炭層に認められた。

[0082] これに対し、浸炭前に十分な数の微細炭化物を有していても、比較例9、11~13のように高すぎる温度で浸炭した場合や、SUJ2(Q鋼)のように、成分が適切でない等の理由で浸炭前に十分な数の炭化物が得られない(Q鋼は108万個/mm²)場合には、全て浸炭後に300, 000個/mm²以上の炭化物を確保できず、優れた寿命を得ることもできなかった。

[0083] この結果より、高寿命を得るためには、従来鋼に比べCrを多量に添加する等、成分の最適化を図った上で、さらに浸炭処理前に多量かつ微細に炭化物が析出した状態としておき、生産性に悪影響を及ぼさない範囲で、浸炭温度を低めに設定して炭化物ができるだけ固溶しにくい条件で浸炭処理し、浸炭後においても浸炭層に多量かつ微細に炭化物が析出した状態とすることが重要であることが確認できた。

図面の簡単な説明

[0084] [図1]実施例および比較例の評価試験の結果から求められた炭化物の面積率と平均粒径と L_{10} 寿命比との関係を表すグラフである。

[図2]実施例の評価試験の結果から求められた表層部の炭化物面積率と表層部の炭素量との関係を表すグラフである。

[図3]熱処理条件1を示す線図である。

[図4]熱処理条件2を示す線図である。

[図5]熱処理条件3を示す線図である。

[図6]熱処理条件4を示す線図である。

[図7]熱処理条件5を示す線図である。

[図8]熱処理条件6を示す線図である。

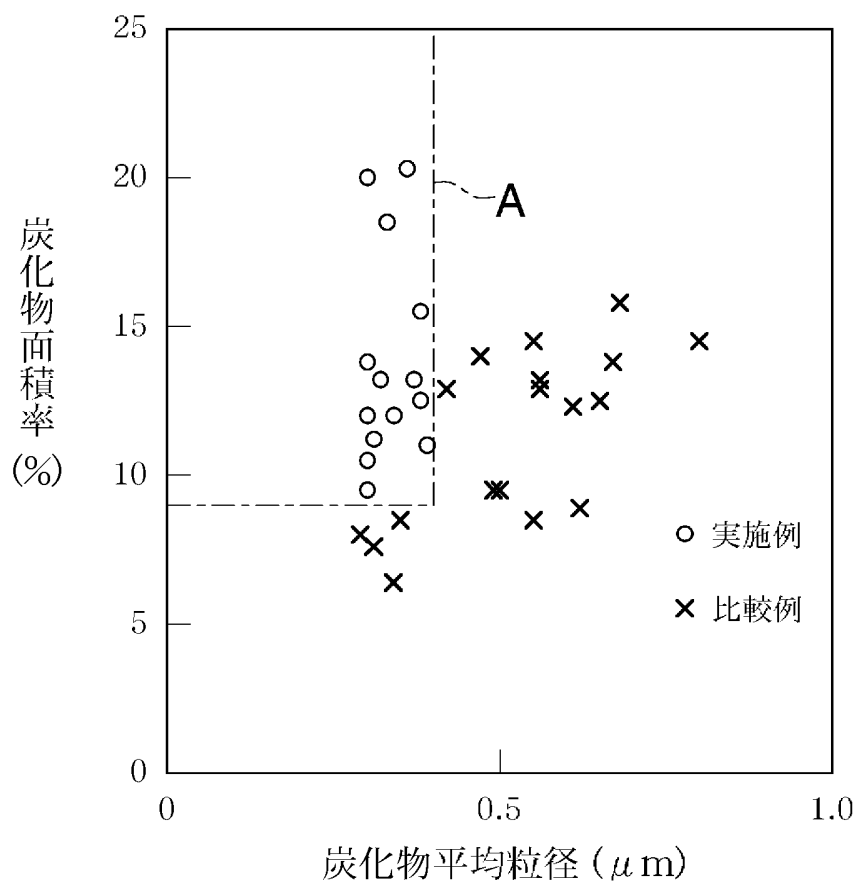
[図9]熱処理条件7を示す線図である。

請求の範囲

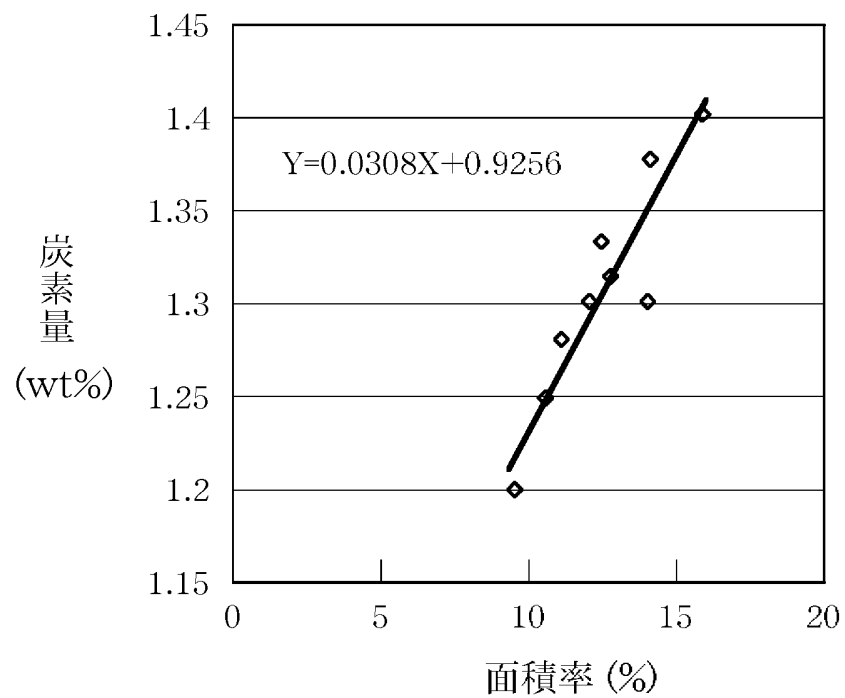
- [1] 表面に浸炭処理された表層部を有する鋼により形成され、表層部の全析出炭化物の面積率が9～30%であるとともに、表層部に存在する全析出炭化物のうち、面積率で50%以上の炭化物が $M_{73}C_{36}$ 型および／または $M_{23}C_6$ 型であり、表層部の炭化物の平均粒径が0.2～0.4 μm 、表層部の残留オーステナイト量が35～60%となされている転がり、摺動部品。
- [2] C:0.7～0.9wt%、Cr:3.2～5.0wt%を含み、かつ表面に浸炭処理された表層部を有する鋼により形成され、表層部の炭化物の平均粒径が0.2～0.4 μm 、表層部の炭化物の面積率が9～30%、表層部の残留オーステナイト量が35～60%となされている転がり、摺動部品。
- [3] 表層部の全炭素量が1.2～1.8wt%となされている請求項1または2記載の転がり、摺動部品。
- [4] 表層部の炭化物の面積率が10～20%となされている請求項1、2または3記載の転がり、摺動部品。
- [5] 表層部の残留オーステナイト量が40～50%となされている請求項1～4のうちのいずれかに記載の転がり、摺動部品。
- [6] C:0.7～0.9wt%、Si:0.05～0.7wt%、Mn:0.05～0.7wt%、Cr:3.2～5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼により形成されていることを特徴とする請求項1～5のうちのいずれかに記載の転がり、摺動部品。
- [7] 内外両輪および転動体を備えており、内外両輪および転動体のうちの少なくとも1つが、請求項1～6のうちのいずれかに記載の部品からなる転がり軸受。
- [8] C:0.7～0.9wt%、Si:0.05～0.7wt%、Mn:0.05～0.7wt%、Cr:3.2～5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%以下を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼に球

状化焼鈍処理を施して多量の炭化物が析出した状態とした後、所定の形状に加工して加工済み部品素材を製造し、その後カーボンポテンシャルが1.0～1.5%の浸炭雰囲気中で870～950℃に加熱して浸炭処理を施した後急冷し、さらに焼戻し処理を施すことにより、表層部の全析出炭化物の面積率を9～30%とするとともに、表層部に存在する全析出炭化物のうち、面積率で50%以上の炭化物を $M_{73}C_6$ 型および／または $M_{23}C_6$ 型とし、さらに表層部の炭化物の平均粒径を0.2～0.4 μm 、表層部の残留オーステナイト量を35～60%とすることを特徴とする転がり、摺動部品の製造方法。

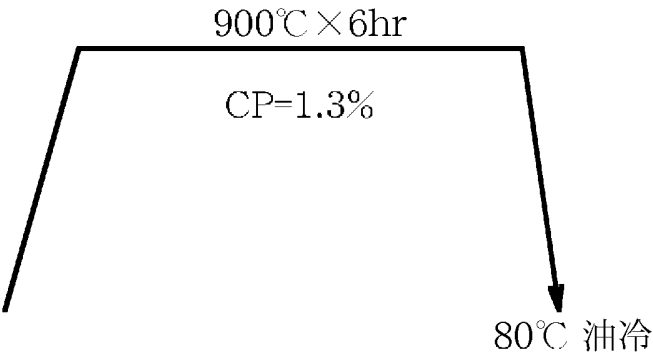
[図1]



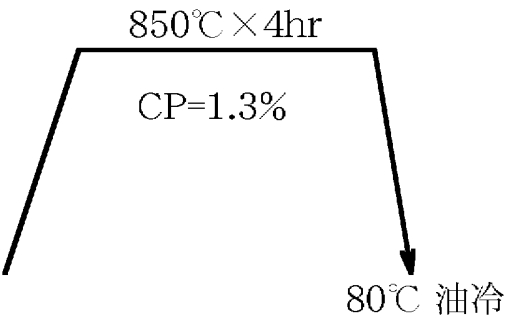
[図2]



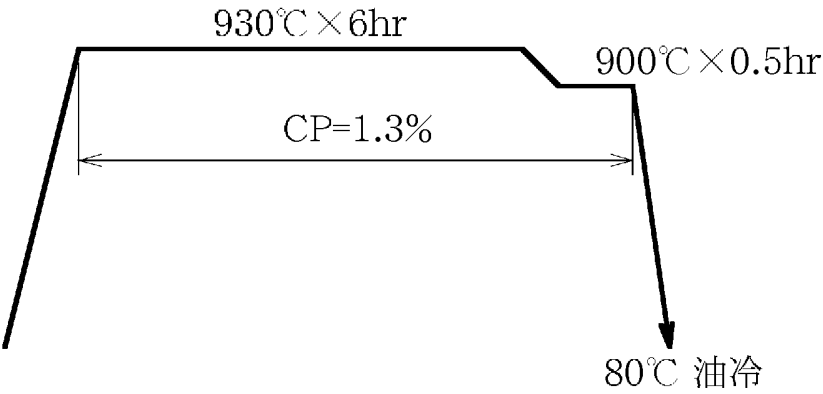
[図3]



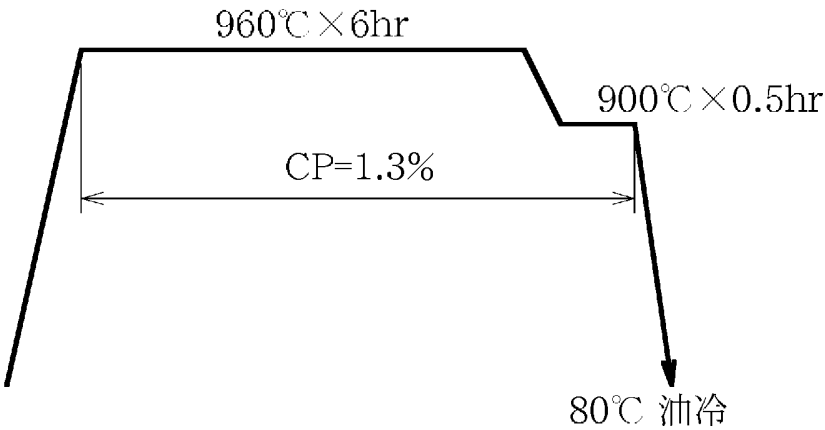
[図4]



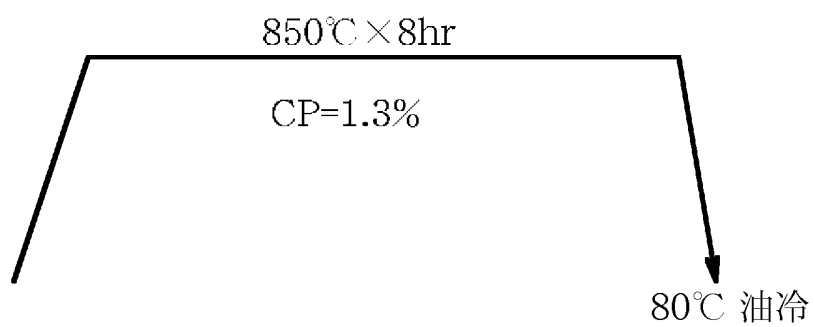
[図5]



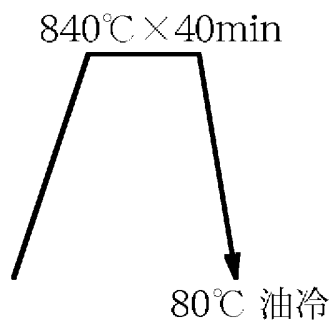
[図6]



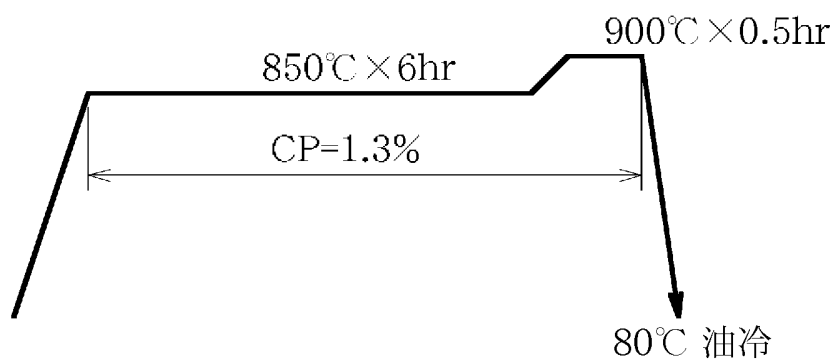
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C22C38/00 (2006.01), C23C8/22 (2006.01), F16C33/62 (2006.01)										
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, C23C8/22, F16C33/62										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2006</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2006</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2006</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006							
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.								
A	JP 2002-356738 A (Daido Steel Co., Ltd.), 13 December, 2002 (13.12.02), Claims &EP 1258644 A2 &US 2003/75244 A1	1-8								
A	JP 2004-285474 A (Komatsu Ltd.), 14 October, 2004 (14.10.04), Claims; Par. No. [0104] &CN 1526836 A &US 2005/51240 A1	1-8								
A	JP 9-72342 A (Kobe Steel, Ltd.), 18 March, 1997 (18.03.97), Claims; Par. No. [0021] (Family: none)	1-8								
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td colspan="2"> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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					
* 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 23 January, 2006 (23.01.06)		Date of mailing of the international search report 31 January, 2006 (31.01.06)								
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer								
Facsimile No.		Telephone No.								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023565

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 6-293939 A (Kobe Steel, Ltd.), 21 October, 1994 (21.10.94), Claims; Par. No. [0038] (Family: none)	1-8

<Concerning subject of search>

Claim 1 includes sliding elements made of all steels wherein at least 50 % of the deposit carbides present in the surface layer are of M7C3 type and/or M23C6 type, but only sliding elements made of steels specified in the description which each contain C: 0.7 to 0.9 wt%, Si: 0.05 to 0.7 wt%, Mn: 0.05 to 0.7 wt%, Cr: 3.2 to 5.0 wt%, Al: 0.04 wt% or below, P: 0.03 wt% or below, S: 0.03 wt% or below, Ti: 0.005 wt% or below, O: 0.0015 wt% or below, and at least either of Mo: less than 1.0 wt% and V: less than 0.50 wt%, with the balance being Fe and unavoidable impurities are disclosed within the meaning of PCT Article 5. Thus, the invention of claim 1 lacks support within the meaning of PCT Article 6.

This search has been made about only sliding elements supported by the description and disclosed, that is, only sliding elements made of specific steels concretely disclosed in the description which each contain C: 0.7 to 0.9 wt%, Si: 0.05 to 0.7 wt%, Mn: 0.05 to 0.7 wt%, Cr: 3.2 to 5.0 wt%, Al: 0.04 wt% or below, P: 0.03 wt% or below, S: 0.03 wt% or below, Ti: 0.005 wt% or below, O: 0.0015 wt% or below, and at least either of Mo: less than 1.0 wt% and V: less than 0.50 wt%, with the balance being Fe and unavoidable impurities.

Claim 2 includes sliding elements made of all steels containing C: 0.7 to 0.9 wt% C and Cr: 3.2 to 5.0 wt%, but only sliding elements made of specific steels disclosed in the description which each contain C: 0.7 to 0.9 wt%, Si: 0.05 to 0.7 wt%, Mn: 0.05 to 0.7 wt%, Cr: 3.2 to 5.0 wt%, Al: 0.04 wt% or below, P: 0.03 wt% or below, S: 0.03 wt% or below, Ti: 0.005 wt% or below, O: 0.0015 wt% or below, and at least either of Mo: less than 1.0 wt% and V: less than 0.50 wt%, with the balance being Fe and unavoidable impurities are disclosed within the meaning of PCT Article 5. Thus, the invention of claim 2 lacks support within the meaning of PCT Article 6.

This search has been made about only sliding elements supported by the description and disclosed, that is, only sliding elements made of specific steels concretely disclosed in the description which each contain C: 0.7 to 0.9 wt%, Si: 0.05 to 0.7 wt%, Mn: 0.05 to 0.7 wt%, Cr: 3.2 to 5.0 wt%, Al: 0.04 wt% or below, P: 0.03 wt% or below, S: 0.03 wt% or below, Ti: 0.005 wt% or below, O: 0.0015 wt% or below, and at least either of Mo: less than 1.0 wt% and V: less than 0.50 wt%, with the balance being Fe and unavoidable impurities.

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), C23C8/22 (2006.01), F16C33/62 (2006.01)

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. C22C 38/00, C23C 8/22, F16C 33/62

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号
A	JP 2002-356738 A (大同特殊鋼株式会社) 2002.12.13, 特許請求の範囲 &EP 1258644 A2&US 2003/75244 A1	1-8
A	JP 2004-285474 A (株式会社小松製作所) 2004.10.14, 特許請求の範囲、【0104】&CN 1526836 A&US 2005/51240 A1	1-8
A	JP 9-72342 A (株式会社神戸製鋼所) 1997.03.18, 特許請求の範囲、【0021】(ファミリーなし)	1-8
A	JP 6-293939 A (株式会社神戸製鋼所) 1994.10.21, 特許請求の範囲、【0038】(ファミリーなし)	1-8

☐ 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

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
「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

23.01.2006

国際調査報告の発送日

31.01.2006

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)

小川 武

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

4 K

9270

<調査の対象について>

請求の範囲1は、表層部の全析出炭化物の50%以上がM7C3型および／またはM23C6型であるあらゆる鋼により形成される摺動部品を包含するものであるが、PCT第5条の意味において開示されているのは、明細書に記載された特定のC:0.7~0.9wt%、Si:0.05~0.7wt%、Mn:0.05~0.7wt%、Cr:3.2~5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%以下を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼により形成される摺動部品のみであり、PCT第6条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、明細書に具体的に記載されている特定のC:0.7~0.9wt%、Si:0.05~0.7wt%、Mn:0.05~0.7wt%、Cr:3.2~5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%以下を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼により形成される摺動部品について行った。

請求の範囲2は、C:0.7~0.9wt%、Cr:3.2~5.0wt%、を含むあらゆる鋼により形成される摺動部品を包含するものであるが、PCT第5条の意味において開示されているのは、明細書に記載された特定のC:0.7~0.9wt%、Si:0.05~0.7wt%、Mn:0.05~0.7wt%、Cr:3.2~5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%以下を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼により形成される摺動部品のみであり、PCT第6条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、明細書に具体的に記載されている特定のC:0.7~0.9wt%、Si:0.05~0.7wt%、Mn:0.05~0.7wt%、Cr:3.2~5.0wt%、Al:0.04wt%以下、P:0.03wt%以下、S:0.03wt%以下、Ti:0.005wt%以下およびO:0.0015wt%以下を含み、さらにMo:1.0wt%未満およびV:0.50wt%未満のうちの少なくとも1種を含み、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼により形成される摺動部品について行った。