

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-2359

(P2017-2359A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 2 1 D 9/28 (2006.01)	C 2 1 D 9/28 A	4 K 0 4 2
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 N	
C 2 2 C 38/18 (2006.01)	C 2 2 C 38/18	
C 2 1 D 1/06 (2006.01)	C 2 1 D 1/06 A	
C 2 1 D 1/18 (2006.01)	C 2 1 D 1/18 K	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2015-117335 (P2015-117335)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成27年6月10日 (2015. 6. 10)		日本精工株式会社
			東京都品川区大崎1丁目6番3号
		(74) 代理人	110002000
			特許業務法人栄光特許事務所
		(72) 発明者	山本 幸一
			群馬県高崎市中里見町941-2 日本精工株式会社内
		(72) 発明者	武村 浩道
			群馬県高崎市中里見町941-2 日本精工株式会社内
		Fターム(参考)	4K042 AA14 BA03 BA04 CA06 CA08 DA01 DA02 DB01 DC02 DC03

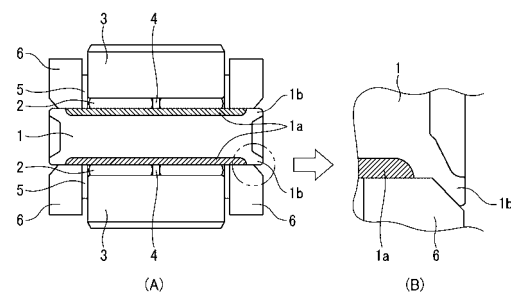
(54) 【発明の名称】 転動軸の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 浸炭窒化の阻害要因である酸化クロム膜の形成を極力抑えて、より耐久性や加締め性に優れた転動軸を提供する。

【解決手段】 炭素含有量0.15～0.3質量%、クロム含有量2.5質量%以上である低炭素鋼材を用い、450～650℃で加熱して転動軸表面に厚さ0.03～0.5μmの鉄系酸化物を形成した後、浸炭窒化処理を行い、高温焼戻し処理を行って転動軸両端面をHV150～300とし、その後、高周波焼入れ及び焼戻し処理を行って転動軸表面の転動面の硬さをHV633～900にして転動軸を製造する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭素含有量 0.15～0.3 質量%、クロム含有量 2.5 質量%以上である低炭素鋼材を用いて転動軸を製造する方法であって、

450～650℃で加熱して転動軸表面に厚さ 0.03～0.5 μm の鉄系酸化物を形成する予備酸化工程を有し、

前記予備酸化工程の後、浸炭窒化処理を行い、

次いで、高温焼戻し処理を行って転動軸両端面を HV150～300 とし、

その後、高周波焼入れ及び焼戻し処理を行って転動軸表面の転動面の硬さを HV633～900 にすることを特徴とする転動軸の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車 AT・HV プラネタリギヤ軸受用シャフト、エンジンタペット部のロッカーアームの軸受用シャフト、エンジンタペット部のバルブリフト軸受用シャフト、燃焼噴射ポンプ部のカムフォロア軸受用シャフト等のニードルベアリングの転動面を有する転動軸の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

上記に挙げたような転動軸では、例えば特許文献 1、2 にも示すように、従来では SUJ 2 等の高炭素鋼からなる棒材を所定形状に加工した後、熱処理として、ずぶ焼きや高周波熱処理、浸炭窒化処理を施して必要な硬さを付与している。高炭素鋼は、希望の硬さを得やすく、高周波焼入れや、（浸炭窒化＋高周波）処理により端面加締めによる相手部品への固定が可能になり、かつ高耐久性が得られることから、多く使用されている。

20

【0003】

しかし、近年では使用環境が過酷になってきており、SUJ 2 を用いた転動軸では客先耐久試験をクリアできない場合が増えてきている。耐久性や耐熱性を向上させるために、クロム含有量が多い鋼を用いることも試みられているが、加工時の熱や浸炭窒化の熱により、表面に酸化クロム膜が形成され、浸炭窒化が阻害されるという問題が生じる。浸炭に代表される表面処理や表面改質では、一般的に酸化被膜の存在は阻害要因と考えられており、酸化被膜を極力排除することが求められている。特に、酸化クロム膜は緻密で、炭素や窒素の侵入を阻害するバリアー膜となるため、炭素や窒素の濃度バラつきや、炭窒化物のバラつきが大きくなり、硬化部の性状が不均一になり、加締め部にも割れが発生するようになる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008-223104 号公報

【特許文献 2】特開 2006-291302 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、浸炭窒化の阻害要因である酸化クロム膜の形成を極力抑えて、より耐久性や加締め性に優れた転動軸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】

【0006】

上記課題を解決するために本発明は、炭素含有量 0.15～0.3 質量%、クロム含有量 2.5 質量%以上である低炭素鋼材を用いて転動軸を製造する方法であって、

450～650℃で加熱して転動軸表面に厚さ 0.03～0.5 μm の鉄系酸化物を形

50

成する予備酸化工程を有し、

前記予備酸化工程の後、浸炭窒化処理を行い、

次いで、高温焼戻し処理を行って転動軸両端面をHV150～300とし、

その後、高周波焼入れ及び焼戻し処理を行って転動軸表面の転動面の硬さをHV633～900にすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明では、浸炭窒化の前に予備酸化して、緻密な酸化クロム膜ではなく、クラック等の多い粗な酸化鉄からなる被膜を形成して浸炭を促進させる。それにより、炭素及び窒素の濃度バラつきや、炭窒化物のバラつきが少なくなり、加締め性が向上して耐久性に優れた転動軸を製造することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】プラネタリギアの一例を示す断面図であり、(A)はピニオンシャフトの加締め前の状態、(B)は(A)の部分拡大図で、ピニオンシャフトの加締め後の状態を示している。

【図2】予備酸化→浸炭窒化→高周波焼入れ→焼戻しの一例を示す図である。

【図3】予備酸化→浸炭窒化→高周波焼入れ→焼戻しの他の例を示す図である。

【図4】耐久試験に用いた試験装置を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0009】

以下、本発明に関して図面を参照して、詳細に説明する。

【0010】

本発明の転動軸は、プラネタリ用ピニオンシャフトや、自動車AT・HVプラネタリギヤ軸受用ニードル、エンジンタペット部のロッカーアーム軸受用ニードル及びバルブリフタ軸受用ニードル、燃焼噴射ポンプ部のカムフォロア軸受用ニードル等が対象になるが、何れもその形状や構造には制限はない。以下では、プラネタリギアに組み込まれるピニオンシャフトを例示して説明する。

【0011】

図1はプラネタリギアの一例を示す断面図であるが、ピニオンシャフト1の外周面に接して複数のニードルころ2が配設され、ニードルころ2の外側にピニオンギア3が配設されている。ニードルころ2は複列であり、ピニオンシャフト1の外周面を軸方向に2分する位置に、スパーサ4が介在されている。また、ニードルころ2及びピニオンギア3のそれぞれの軸方向両端側には、サイドワッシャ5を介してキャリア6が配設されている。

30

【0012】

また、ピニオンシャフト1の外周面には、ハッチングで示すように、ニードルころ2の転動面となる部分に、所定の深さで硬化部1aが形成されている。更に、ピニオンシャフト1の軸方向両端面の中央部が窪んで加締め部1bを形成しており、同図(B)に示すように、この加締め部1bが塑性変形してキャリア6に加締め固定される。

【0013】

40

本発明では、ピニオンシャフト1の製造に当たり、棒材を所定形状に加工した後、予備酸化し、その後に浸炭窒化する。予備酸化により、クラック等が存在した粗な酸化鉄からなる被膜が形成される。従来のSUJ2等のような高炭素鋼を用いると、加工時の熱により、更には浸炭窒化時にも緻密な酸化クロム膜が形成され、炭素や窒素の侵入が阻害されていたが、予備酸化による酸化鉄膜は浸炭窒化を阻害せず、均一な浸炭窒化を実現する。

【0014】

そのため、酸化鉄膜の膜厚が厚すぎると、膜の緻密性が高まり、浸炭窒化処理に悪影響を及ぼすようになるため、酸化鉄膜の膜厚を0.5μm以下にする、但し、酸化鉄膜が薄すぎると、目的とする効果が得られない可能性があるため0.03μm以上とする。このような膜厚にするには、酸化処理として、450～650℃で、10～120分、大気中

50

で加熱すればよい。

【0015】

浸炭窒化後、高温焼入れを行って、加締め部1bとなる軸両端部の硬さをHV150～300とする。このような硬さにすることにより、加締め性や加締めた際の割れの発生を防ぐことができる。

【0016】

その後、硬化部1aを形成するために高周波焼入れを行い、その後に焼戻し、研磨仕上げを行って、転動軸を作製する。硬化部1aは、その表面硬さをHV633～900にする。尚、硬化部1aは、図1に示すように、キャリア6の面取りの内側まで形成する。

【0017】

図2及び図3に予備酸化、浸炭窒化、高周波焼入れ、焼戻しの各条件の好ましい例を示すが、これに限定されるものではない。尚、図3は、予備酸化と浸炭窒化を連続して行う場合を示している。

【0018】

また、本発明では、出発材料である棒材に、炭素及びクロムの含有量をそれぞれ特定量とした低炭素鋼材を用いる。下記に合金元素を及びその含有量について説明するが、残部は鉄及び不可避免的不純物である。

【0019】

炭素(C)は転動軸として要求される硬さを付与する元素であるが、0.15質量%未満では要求される転動面硬さHRC57(HV633)以上を確保できない場合があり、一方、0.3質量%を超えると加締め部(図1の符号1bで表される部分)の加締め割れが発生しやすくなり、切削加工性が低下することがある。尚、軌道面硬さはHV660以上が好ましい。そのため、炭素含有量を0.15～0.3質量%とする。

【0020】

クロム(Cr)は焼入れ性を向上させ、炭化物球状化を促進する元素であり、少なくとも2.5質量%以上含有させる。しかし、3.5質量%を超えて含有させると、熱処理設備の温度が1000℃を超えるため設備面で不利になり、また炭化物が粗大化して平均結晶粒径が大きくなり、高コストにもなる。そのため、クロム含有量は2.5質量%以上必要であり、3.5質量%以下とすることが好ましい。

【0021】

その他、ケイ素、マンガン、モリブデンを含むことが好ましい。

【0022】

ケイ素(Si)は焼入れ性を向上させる元素であるが、0.1質量%未満では脱酸効果が十分ではなく、1.0質量%を超えると加締め性が劣化したり、切削加工性が著しく低下する。そのため、ケイ素含有量は0.1～1.0質量%が好ましい。

【0023】

マンガン(Mn)は焼入れ性に効果がある元素であるが、0.5質量%未満では浸炭窒化後の高周波焼入れ性が不足し、1.0質量%を超えるとMnS等の非金属介在物が生成しやすくなる。そのため、マンガン含有量は0.5～1.0質量%が好ましい。

【0024】

モリブデン(Mo)は耐高温性に効果があり、結晶粒を微細化させる元素であるが、0.2質量%未満ではこれらの効果が十分ではなく、1.0質量%を超えると高コストになる。そのため、モリブデン含有量は0.2～1.0質量%が好ましい。

【0025】

また、リンや硫黄、酸素について下記規定量とすることが好ましい。

【0026】

リン(P)は転がり寿命及び靱性を低下させるため、その上限を0.03質量%以下にすることが好ましい。

【0027】

硫黄(S)は被削性を向上させる元素であるが、マンガンと結合してMnSとなり割れ

10

20

30

40

50

の起点となりやく、またチタンが含まれる場合にはチタンと結合して転がり寿命を低下させる硫化物系介在物を形成するため、その上限を0.03質量%以下にすることが好ましい。

【0028】

酸素（O）は鋼中に酸化物系介在物を形成して転がり寿命を低下させるため、その上限を15ppm以下にすることが好ましく、12ppm以下にすることがより好ましい。

【実施例】

【0029】

以下に実施例を挙げて本発明を更に説明するが、本発明はこれにより何ら制限されるものではない。

10

【0030】

（端部の加締め割れ試験）

表1に示す合金組成の棒材を用い、軸方向両端部に加締め部を形成し、高周波焼入れにより硬化部を形成して図1に示すようなシャフト（外径15mm×長さ80mm）を作製した。その際、実施例では予備酸化した後、浸炭窒化してシャフトを作製した。一方、比較例は、比較例1、3では予備酸化した後に浸炭窒化し、比較例2、4～6では予備酸化することなく浸炭窒化してシャフトを作製した。また、シャフトの加締め部の硬さを測定した。結果を表1に示す。

【0031】

シャフトは各5個用意し、加締め荷重20,000Nを負荷し、加締め部に割れが発生した個数を計数した。結果を表1に示す。

20

【0032】

【表 1】

表 1

	合金組成 (質量%)					加締め張れ試験結果 割れ発生割合	加締め部 硬さ (HV)	予備酸化処理の 有無
	C	Si	Mn	Cr	Mo			
実施例 1	0.15	0.1	0.5	3.5	0.5	割れ無し (0/5)	250	有り
実施例 2	0.20	0.2	0.6	3.0	0.2	割れ無し (0/5)	150	有り
実施例 3	0.10	0.4	1.0	2.5	0.3	割れ無し (0/5)	300	有り
実施例 4	0.25	1.0	0.7	3.0	0.4	割れ無し (0/5)	250	有り
実施例 5	0.20	0.5	0.9	2.5	0.2	割れ無し (0/5)	150	有り
実施例 6	0.29	0.4	0.8	2.0	1.0	割れ無し (0/5)	300	有り
比較例 1	0.85	0.3	0.5	0.2	0.5	割れ発生 (2/5)	350	有り
比較例 2	0.20	0.2	0.5	3.0	0.15	亀裂発生 (4/5)	200	無し
比較例 3	0.20	0.5	0.7	2.5	0.3	割れ発生 (3/5)	350	有り
比較例 4	0.15	0.2	0.7	3.0	0.4	亀裂発生 (5/5)	300	無し
比較例 5	0.25	0.4	0.7	2.5	0.15	亀裂発生 (4/5)	250	無し
比較例 6	0.20	0.3	0.5	2.0	0.7	亀裂発生 (3/5)	150	無し

【0033】

実施例では、何れも加締め部に割れが発生しておらず、加締め性が良好であった。これ

10

20

30

40

50

は、予備酸化により浸炭窒化を促進し、炭素及び窒素の濃度バラつきや、炭窒化物のバラつきを少なくするとともに、加締め部の硬さがHV300以下であり、更には棒材を、上記したような好適な合金組成となるように各元素のバランスを調整したことによる。

【0034】

これに対し比較例1、3は、予備酸化をしているものの、比較例1では炭素含有量が過多であるため、初析炭窒化物が粗大になり、加締め性が悪くなっている。また、比較例3では、加締め部の硬さがHV300を超えており、割れが発生している。更に、比較例2、4～6では、予備酸化をしていないため、炭素や窒素の濃度バラつきや、炭窒化物のバラつきが大きく、加締め性が悪化している。

【0035】

10

(耐久寿命試験)

表2に示す合金組成の棒材を用い、軸方向両端部に加締め部を形成し、高周波焼入れにより硬化部を形成して図1に示すようなシャフト(外径15mm×長さ80mm)を作製した。その際、実施例では予備酸化した後、浸炭窒化してシャフトを作製した。一方、比較例では、比較例2、3では予備酸化した後に浸炭窒化し、比較例1、4～6では予備酸化することなく浸炭窒化してシャフトを作製した。また、予備酸化したものについては、処理条件により、酸化鉄膜の膜厚を表記のように調整した。作製したシャフトの硬化部の表面硬さ、表面残留オーステナイト量、鋼中酸素量を測定した。結果を表2に示す。

【0036】

また、作製したシャフトについて、図4に示す試験装置を用いて耐久試験を行った。尚、試験装置において、ニードルころは、ころ径2.5×長さ28.3mmの13本持ちであり、下記の試験条件にて各3回行った。結果を表2に示す。

20

<試験条件>

- ・ラジアル荷重: $P/Cr = 0.3$
- ・回転数: 10000 min^{-1}
- ・試験温度: 120°C
- ・潤滑油: 100 cc/min
- ・試験時間: 計算寿命が92hrであり、その2倍(184hr)で試験打ち切り

【0037】

【表 2】

表 2

	合金組成 (質量%)				軌道面 硬さ (HV)	軌道面 γ R (体積%)	寿命試験結果 L10寿命 (時間)	鋼中酸素量 (ppm)	予備酸化処理の有無 膜厚 (μm)
	C	Si	Mn	Cr					
実施例 1	0.15	0.1	0.5	3.5	633	15	184	15	有り (0.1)
実施例 2	0.20	0.2	0.6	3.0	750	20	184	11	有り (0.05)
実施例 3	0.10	0.4	1.0	2.5	780	25	184	9	有り (0.4)
実施例 4	0.25	1.0	0.7	3.0	800	30	184	7	有り (0.3)
実施例 5	0.20	0.5	0.9	2.5	900	45	184	10	有り (0.07)
実施例 6	0.29	0.4	0.8	3.0	660	50	184	12	有り (0.2)
比較例 1	0.15	0.3	0.5	3.0	600	5	20	14	無し
比較例 2	1.05	0.2	0.5	1.5	850	10	40	10	有り (0.02)
比較例 3	0.25	0.6	0.7	2.0	700	15	50	8	有り (0.7)
比較例 4	0.20	0.2	0.7	2.5	800	20	70	6	無し
比較例 5	0.15	0.1	0.8	3.5	650	10	65	9	無し
比較例 6	0.25	0.3	0.5	3.0	700	60	59	11	無し

注) 比較例2ではSUJ2使用

実施例では、何れも計算寿命の2倍をクリアしており、比較例に比べて大幅に長寿命である。これは、予備酸化により浸炭窒化が良好に進行した結果である。また、軌道面硬さはHV660～900、表面残留オーステナイト量が15体積%以上、鋼中酸素濃量15ppm以下である。

【0039】

これに対し比較例2、3は、予備酸化をしているものの、比較例2では棒材にSUJ2を用いており、上記した好ましい合金組成を満足しておらず、酸化鉄膜も $0.02\mu\text{m}$ と薄すぎることから、表面残留オーステナイト量が10体積%と低く、寿命が40時間と短くなっている。また、比較例3では予酸化鉄膜が $0.7\mu\text{m}$ と厚すぎて浸炭窒化を阻害したため、計算寿命以下の50時間であった。

10

【0040】

更に、比較例1、4～6では、予備酸化していないため、何れも寿命が短くなっている。比較例4～6では表面硬さがHV650よりも高くなっているが、予備酸化していないため硬さ、更にはミクロ組織にバラつきがあり、比較例1よりは長寿命であるものの、計算寿命の半分以下であった。

【符号の説明】

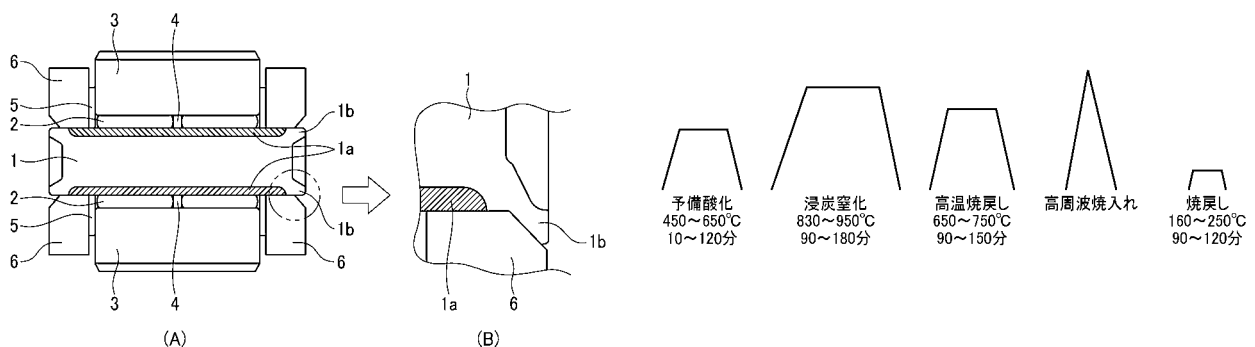
【0041】

- 1 ピニオンシャフト
- 1a 硬化部
- 1b 加締め部
- 2 ニードルころ
- 3 ピニオンギア
- 4 スペーサ
- 5 サイドワッシャ
- 6 キャリア

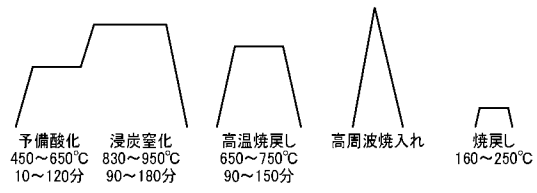
20

【図1】

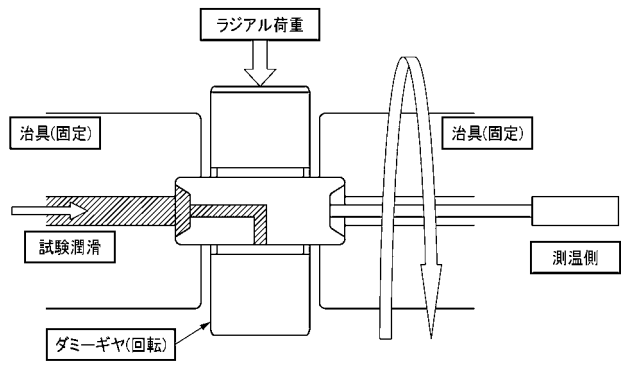
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)
C 2 3 C	8/34	(2006.01)	C 2 1 D	1/18	P
			C 2 3 C	8/34	