

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001 年 4 月 26 日 (26.04.2001)

PCT

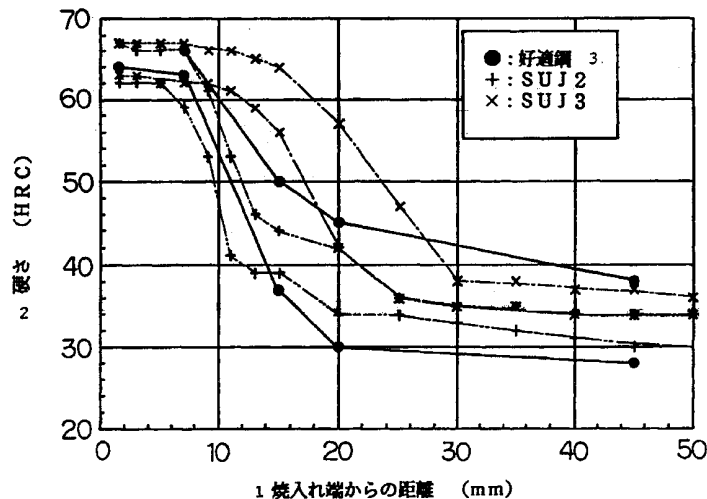
(10) 国際公開番号
WO 01/29277 A1

- (51) 国際特許分類: C22C 38/00, 38/18, 38/50 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 紅林 豊 (KURE-BAYASHI, Yutaka) [JP/JP]; 〒475-0925 愛知県半田市宮本町5-318-9 Aichi (JP). 中村貞行 (NAKAMURA, Sadayuki) [JP/JP]; 〒512-0000 三重県三重郡朝日町大字柿3094 Mie (JP). 服部清幸 (HATTORI, Kiyoyuki) [JP/JP]; 〒634-0007 奈良県橿原市葛本町710 グリーンハイツ川端405 Nara (JP). 木澤克彦 (KIZAWA, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒582-0026 大阪府柏原市旭ヶ丘2丁目13番1号 光洋精工旭ヶ丘寮南201 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07240
- (22) 国際出願日: 2000 年 10 月 18 日 (18.10.2000)
- (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:
特願平 11/299760
1999 年 10 月 21 日 (21.10.1999) JP
- (74) 代理人: 小塩 豊 (KOSHIO, Yutaka); 〒104-0061 東京都中央区銀座2丁目14番5号 第27中央ビル6階 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 光洋精工株式会社 (KOYO SEIKO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB).

[続葉有]

(54) Title: STEEL FOR LARGE BEARING AND PARTS FOR LARGE BEARING

(54) 発明の名称: 大型軸受用鋼および大型軸受部品



1...DISTANCE FROM HARDENED SURFACE (mm)
2...HARDNESS (HRC)
3...SUITABLE STEEL

(57) Abstract: A steel for a large bearing characterized as having a chemical composition in mass %: C: 0.80 % to 1.30 %, Si: more than 0.35 % and up to 0.80 %, Mn: 0.30 % to 0.90 %, Cr: 0.90 % to 1.50 %, at least one of 0.25 % or less of Mo and 0.20 % to 1.50 % of Ni, balance: Fe and inevitable impurities, and exhibiting the following hardening properties in a hardenability test for steel according to JIS G 0561: a HRC of 64 or more at J 1.5 mm, a HRC of 63 to 66 at J 7 mm, a HRC of 37 to 50 at J 15 mm, a HRC of 30 to 45 at J 20, a HRC of 28 to 38 at J 45. The above steel can be suitably used for manufacturing parts for a large bearing which are excellent in resistance to breakage and with respect to rolling fatigue life characteristics, at a low cost.

[続葉有]



WO 01/29277 A1



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。

(57) 要約:

課題

耐破断特性および転動疲労寿命特性に優れた大型軸受部品に適した大型軸受用鋼を提供する。

解決手段

化学成分組成が、質量%で、

C : 0.80%~1.30%、

Si : 0.35超過%~0.80%、

Mn : 0.30%~0.90%、

Cr : 0.90%~1.50%と、

Mo : 0.25%以下およびNi : 0.20%~1.50%のうちの1種または2種、

を含み、残部Feおよび不純物からなり、JIS G 0561で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J1.5mmでHRC64以上、J7mmでHRC63~66、J15mmでHRC37~50、J20mmでHRC30~45、J45mmでHRC28~38である大型軸受用鋼。

明 細 書

大型軸受用鋼および大型軸受部品

技術分野

本発明は、産業機械などに用いられる大型軸受部品およびそれに適する大型軸受用鋼に関し、従来の浸炭軸受と同等以上の転動寿命強度と耐破断性を有し、かつ、従来の熱処理方法に比べて容易に目標とする品質が得られる安価な軸受を提供するものである。

背景技術

産業機械などに用いられる軸受には、リング外径150mm以上、厚さ30mm以上の大型軸受が使用されているが、軸受損傷に起因する装置故障を防止するために苛酷な使用環境下においても十分な強度を有することが要求されている。そして、これらの大型軸受では転動疲労強度に優れていることに加え、特に、瞬間的に作用する過大負荷によっても脆性的に破断しないこと（耐破断性に優れていること）が重要とされている。

従来では、軸受部品の耐破断性を高めるために、内部の靱性に優れる浸炭処理が一般的に適用されており、JIS SCM420, SNCM420, SNCM815などの肌焼鋼が用いられてきた。

しかしながら、浸炭処理は汎用軸受で適用されている焼入れ焼もどし処理に比べて処理費用が高くつき、安価な軸受を提供することができなかった。

また、浸炭処理後にはリングの変形や寸法変化が発生するので機械加工仕上げを行なうが、0.5mm程度の加工代を必要とするので浸炭直後では2mm以上の浸炭層を有するものとする必要がある。そして、この浸炭層を得るには最低でも10hr以上の浸炭処理を行なう必要があり、浸炭処理品は生産性の面でも問題があった。

一方、焼入れ焼もどし処理を適用するに際しては、JIS SUJ3, SUJ

5 などの高炭素軸受鋼が用いられているが、通常の焼入れ処理を行なうと部品内部まで HRC 50 以上の高硬さとなり耐破断性が大幅に劣化するため、冷却速度を制御して内部硬さを下げる対策が必要とされる。

これらの焼入れ処理には、油槽に冷却する際に槽内に配置された冷却剤噴射用冷却ノズルによって軸受の表層部を急激に冷却して表層部のみを焼入れ処理し、続いて、冷却ノズルを調整して冷却速度を制御し、内部がマルテンサイト化して硬化しない様にするなどの操作を行なっている。

しかしながら、これらの処理を行なう場合、鋼材の成分偏析などに起因して硬さが変動しやすく、冷却剤の劣化、ノズル目詰まりなどにより冷却速度の制御が困難となり硬さのばらつきが生じ易いなどの欠点を有している。

発明の開示

本発明はこのような従来の問題点を解消するためになされたものであって、優れた耐破断性と転動疲労強度を有する大型軸受部品を低コストで提供することを目的としている。

焼入れ焼もどし処理は浸炭に比べて短時間処理であり生産性に優れることから、適正な鋼材を用いて焼入れ焼もどし処理を行なうことができればコストを下げる事が可能であり、かつまた、焼入れ焼もどし処理において煩雑な冷却速度の調整を行なうことなく容易に熱処理ができれば生産性や製造コストを下げる事ができる。また、浸炭品と同様の硬さ分布とすることによって耐破断性の改善が期待され、強度面においても利点を有するものとなすことができる。

そこで、これらについて詳細な検討を行なった結果、汎用の油焼入れ処理において油槽の H 値（焼入れ強烈度）が 0.2～0.5 程度の場合、所定の焼入性を鋼材に規定することによって、目的とする硬さ分布となる大型軸受を製造することが可能であることを見出した。

また、この鋼材を用い製品の表層硬さと心部硬さを規定することによって浸炭品と同等以上の耐破断性と転動疲労強度を有する大型軸受を提供できることが判明した。

すなわち、本発明に係わる大型軸受用鋼は、請求項1に記載しているように、JIS G 0561で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1.5 mmでHRC 64以上、J 7 mmでHRC 63～66、J 15 mmでHRC 37～50、J 20 mmでHRC 30～45、J 45 mmでHRC 28～38であるものとしたことを特徴としている。

そして、本発明に係わる大型軸受用鋼においては、請求項2に記載しているように、化学成分組成が、質量%で、

C : 0.80%～1.30%、

Si : 0.35超過%～0.80%、

Mn : 0.30%～0.90%、

Cr : 0.90%～1.50%、

を含み、残部Feおよび不純物からなり、JIS G 0561で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1.5 mmでHRC 64以上、J 7 mmでHRC 63～66、J 15 mmでHRC 37～50、J 20 mmでHRC 30～45、J 45 mmでHRC 28～38であるものとすることができる。

同じく、本発明に係わる大型軸受用鋼においては、請求項3に記載しているように、化学成分組成が、質量%で、

C : 0.80%～1.30%、

Si : 0.35超過%～0.80%、

Mn : 0.30%～0.90%、

Cr : 0.90%～1.50%と、

Mo : 0.25%以下およびNi : 0.20%～1.50%のうちの1種または2種、

を含み、残部Feおよび不純物からなり、JIS G 0561で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1.5 mmでHRC 64以上、J 7 mmでHRC 63～66、J 15 mmでHRC 37～50、J 20 mmでHRC 30～45、J 45 mmでHRC 28～38であるものとすることができる。

同じく、本発明に係わる大型軸受用鋼においては、請求項4に記載しているよ

うに、鋼中不純物のうち S, P, O, Ti が、

S : 0.010%以下、

P : 0.020%以下、

O : 0.0010%以下、

Ti : 0.0030%以下、

であるものとすることができる。

また、本発明に係わる耐破断性と転動疲労寿命特性に優れた大型軸受部品は、請求項5に記載しているように、請求項1ないし4のいずれかに記載の鋼を素材とし、リング形状の外径150mm以上、厚さ30mm以上の軸受部品であって、焼入れ焼もどし処理後の表面硬さがHRC58～65でかつ部品中心部の硬さがHRC25～45であるものとしたことを特徴としている。

(焼入性)

図1に汎用の軸受に用いられているSUJ2と、大型用軸受に用いられているSUJ3、および本発明の好適鋼によるジョミニー焼入性を示す。

例えば、本発明の好適範囲であるリング外径150mm、厚さ30mmの大型軸受を油焼入れによって製造する場合、軸受製品の肉厚中心部の硬さは等価直径法を用いて算出すると、ジョミニー焼入れ端から15mm～20mmの距離の硬さに相当するが、図1に示したように、SUJ3を用いた場合には焼入性が高いので、軸受の肉厚中心部の硬さはHRC50以上となり、目標とする硬さを得ることができない。

そこで、この対策として焼入れ温度を下げると表層硬さが低下してしまうので、表層硬さおよび心部硬さを両立することが困難である。

一方、SUJ2では内部硬さは目標の硬さレベルを得ることが可能であるが、焼入性が低いため表層部の硬さが低下し、HRC58以上の硬さを得ることができなくなる。

この対策としては、焼入れ温度を高めることが効果的であるが、結晶粒が大型化するために靱性が低下し耐破断性を改善することができない。

このように、汎用のSUJ2では表層硬さを維持することが困難であり、SU

J 3では内部硬さが高目となり所望の硬さを得ることができないという問題がある。

大型軸受として求められる焼入性について、表層近傍はS U J 3、内部はS U J 2の焼入性能を併せ持つような特性が求められる。そこで、実際の大型軸受の部品寸法や焼入れ条件から、耐破断性を高めるために所定の硬さを得るのに必要な焼入性を確定するに至った。

すなわち、J I S G 0 5 6 1で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1. 5 mmでH R C 6 4以上、J 7 mmでH R C 6 3～6 6であるように制定しているが、この値は、この範囲を外れると表層硬さを維持させることができなくなるために規定した値であり、この範囲を下回るとH R C 5 8以上の硬さを得ることができない。また、上限を超すと焼割れを起こす可能性が高くなるので、J I 7 mmの上限を規定している。

また、J 1 5 mmでH R C 3 7～5 0、J 2 0 mmでH R C 3 0～4 5、J 4 5 mmでH R C 2 8～3 8であるように規定しているのは、この規定の硬さを上回ると心部硬さが高くなり耐破断性が劣化するので上限を規定したものであり、また、規定値を下回ると表面硬さが低下するとともに心部硬さも低くなり所定の強度特性を得ることができなくなるので下限値を規定したものである。

(好ましい化学成分組成の限定理由)

C :

Cは軸受としての強度を維持するために必須の元素であり、0. 8 0 %よりも少ないと焼入れ焼もどし後の硬さをH R C 5 8以上とすることが困難となり転動寿命が大幅に低下する傾向となるので0. 8 0 %以上とするのが好ましく、また、1. 3 0 %よりも多く過剰にCを添加すると鋼材の溶製段階で巨大炭化物を生成しやすくなり、加工性を劣化するとともに耐破断性や転動寿命の低下を生じる傾向となるので1. 3 0 %以下とするのが好ましい。

S i :

S iは転動寿命を改善する作用・効果を有するので、そのような作用・効果が得られやすい0. 3 5 %超過添加するのが好ましい。しかし、0. 8 0 %よりも

多く含有すると軟化熱処理後の硬さが高くなり被削性や鍛造性を大幅に劣化させる傾向となるので0.80%以下とするのが好ましい。

Mn :

Mnは脱酸剤として用いられるが、同時に焼入性と耐破断性を改善することができるので添加する。この場合、Mnは微量の添加でも焼入性と耐破断性を改善する作用・効果を有するが、0.30%よりも少ないと鋼材の溶製コストが増加する傾向となるので0.30%以上とするのが好ましい。また、0.90%よりも多く添加すると被削性が急激に低下する傾向となるので0.90%以下とするのが好ましい。

Cr :

Crは焼入性、耐破断性、転動寿命を改善する作用・効果を有するので添加する。そして、このような作用・効果を得るには0.90%以上とするのがよい。しかし、1.50%よりも多く含有すると大型の炭化物を生成し易くなり、耐破断性、転動寿命、被削性を劣化する傾向となるので1.50%以下とするのが好ましい。

Mo, Ni :

Mo, Niは焼入性を改善すると同時に耐破断性を改善する作用・効果を有するので必要に応じて添加する。

このうち、Moは0.25%よりも多く添加すると焼入性が高くなりすぎ、所定の焼入性を満足しなくなる傾向となるので0.25%以下とするのが好ましい。また、Niは0.20%よりも少ないと耐破断性の改善効果が十分に得られないので0.20%以上とするのが好ましいが、1.50%よりも多くなると焼入性が高くなりすぎて被削性を劣化する傾向となるので1.50%以下とするのが好ましい。

S, P :

鋼中不純物のうちSはMnSを生成して靱性を劣化し耐破断性に悪影響を及ぼすので極力低減するのが望ましく、0.010%以下とするのが好ましい。また、Pは結晶粒界に偏析して靱性を低下し耐破断性に悪影響を及ぼすので極力低減

するのが望ましく、0.020%以下とするのが望ましい。

O, Ti :

鋼中不純物のうちO, Tiは酸化物、窒化物を生成して転動寿命を劣化させるので極力低減するのが望ましく、Oについては0.0010%以下、Tiについては0.0030%以下とするのが好ましい。

(製品の表面硬さ, 内部硬さ)

表面硬さ :

軸受製品としての機能を有し、転動体として用いるようにするためにはHRC58以上の硬さが必要であり、製品の表面硬さがHRC58を下回ると転動寿命が急激に低下する傾向となる。また、HRC65を超す硬さの場合にも転動寿命が劣化し、耐破断性を低下する傾向となる。したがって、表面硬さはHRC58~65であるようにするのが好ましい。

内部硬さ :

大型軸受では使用中に軸受が破断分離しないことが極めて重要であり、軸受リングの表層近傍に発生するき裂が急激に内部に伝播して脆性的な破壊が生じるのを防止することが必要である。この際、内部の硬さが高いとき裂が急激に伝播して脆性的な破壊が生じることが確認されたが、HRC45以下の硬さに低減することによって内部へのき裂伝播が抑制されるので、上限の硬さをHRC45とするのが好ましい。そして、内部の硬さが低いほど耐破断性には優れるが、HRC25よりも低い硬さに内部の硬さを調整すると表面の硬さも低下してHRC58を維持することが困難となる傾向となるので、下限をHRC25にするのがよい。

図面の簡単な説明

図1

汎用の軸受に用いられているSUJ2と、大型用軸受に用いられているSUJ3、および本発明の好適例による鋼のジョミニー焼入特性を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について詳細に説明するが、本発明はこのような実施例のみに限定されないことはいうまでもない。

(化学成分組成)

表1に示す化学成分組成の材料を溶製し、直径180mmの棒鋼に熱間圧延した。なお、このときの鋼材の溶解、 casting, 圧延はいずれも常法による製造である。

表 1

No.	区 分	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	P	O	Ti
1	好 適 例	0.810.360.351.44				—	—	—	—	—	—
2		0.920.360.551.01				—	—	—	—	—	—
3		1.010.510.551.20				—	—	—	—	—	—
4		1.020.510.550.93				—	—	—	—	—	—
5		1.010.520.351.30				—	—	—	—	—	—
6		1.020.490.331.19				0.05	—	—	—	—	—
7		0.990.450.330.93				0.050.05	—	—	—	—	—
8		1.000.460.210.91				0.15	—	—	—	—	—
9		1.010.420.550.91				0.040.88	—	—	—	—	—
10	参 考 例	0.980.360.551.14				—	—	0.0100.0120.00090.0019	—	—	—
11		1.030.510.431.15				—	—	0.0030.0070.00100.0019	—	—	—
12		1.020.390.771.02				—	—	0.0050.0080.00090.0021	—	—	—
13		1.120.370.511.01				—	—	0.0050.0050.00080.0021	—	—	—
14		1.270.360.510.91				—	—	0.0090.0100.00060.0028	—	—	—
15		0.610.460.980.98				—	—	—	—	—	—
16		0.740.370.981.57				—	—	—	—	—	—
17		1.500.370.501.20				—	—	—	—	—	—
18		1.010.360.251.80				—	—	—	—	—	—
19	参 考 例	1.020.410.751.11				0.45	—	—	—	—	—
20		1.010.410.511.20				0.142.11	—	—	—	—	—
21		1.110.420.110.65				—	—	—	—	—	—
22		1.030.221.151.15				—	—	—	—	—	—
23		0.200.250.851.16				0.15	—	—	—	—	—

(焼入性)

圧延鋼材から機械加工によって J I S G 0 5 6 1 に制定されるジョミニー試験片を製作し、同じく J I S に制定の条件で焼入性を評価した。また、表 2 に は焼入性の調査結果を示すが、本発明好適例の鋼はいずれも規定の焼入性を満足している。

一方、比較のための参考例の鋼 1 5, 1 6 では低 C のため J 1. 5 mm の硬さを満足せず、また、参考例の鋼 1 7 ~ 2 0 では C, M n, C r, M o, N i などが規定の範囲を外れているため、焼入性を満足することができないものとなっている。さらに、参考例の鋼 2 1 は M n, C r が規格の下限を下回っているため、所定の焼入性を得ることができないものとなっている。さらにまた、参考例の鋼 2 2 は S U J 3 であり、鋼 2 3 は S C M 4 2 0 であって、所定の焼入性を得ることができないものとなっている。

表2

No.	区分	J 1. 5 ≥ 6 4 H R C	J 7 6 3 ~ 6 6	J 1 5 3 7 ~ 5 0	J 2 0 3 0 ~ 4 5	J 4 5 2 8 ~ 3 8
1	好適例	6 5	6 4	4 1	3 3	2 8
2		6 5	6 4	4 3	3 4	3 0
3		6 5	6 5	4 6	3 7	3 0
4		6 6	6 5	4 1	3 8	3 0
5		6 6	6 5	4 2	3 9	3 1
6		6 7	6 5	4 4	4 0	3 1
7		6 6	6 4	4 6	4 2	3 3
8		6 5	6 4	4 5	4 1	3 2
9		6 6	6 4	4 9	4 2	3 3
1 0		6 5	6 4	4 2	3 9	3 0
1 1		6 5	6 4	4 2	3 8	3 1
1 2		6 5	6 4	4 1	3 7	3 0
1 3		6 5	6 4	4 1	4 2	3 3
1 4		6 5	6 4	4 2	4 1	3 3
1 5	参考例	6 2	5 8	3 4	3 1	2 8
1 6		6 3	5 9	3 4	3 2	2 9
1 7		6 7	6 5	5 3	5 1	3 5
1 8		6 5	6 5	5 2	4 8	3 3
1 9		6 5	6 3	5 9	5 8	3 8
2 0		6 5	6 5	6 1	6 1	4 8
2 1		6 5	5 1	3 4	3 1	2 9
2 2		6 5	6 4	5 4	4 9	3 7
2 3		4 2	3 6	2 4	2 2	1 5

(実部品の硬さ)

圧延材を所定の寸法に切断した後、熱間鍛造によって外径260mm、内径140mm、高さ130mmのリングに製造した。そしてさらに、850℃で空冷の焼ならし処理を施し、続いて、機械加工を容易にするため球状化焼なまし処理を施した。次いで、この素形材を機械加工によって外径252mm、内径148mm、高さ122mmのリングに加工した。続いて、このリング部品を830℃に加熱して90分間保持した後、60℃の油槽中に冷却して焼入れ処理を行なった。そして、本発明好適例の鋼における焼入れの容易性を確認するため、SUJ3（参考例の鋼22）などの処理に適用されている時間焼入れ法は適用せず、油中で10分間の揺動を行なうのみにとした。この後、大気中に引き上げ、180℃で2時間の焼もどし処理を行なった。そしてさらに、機械加工によって外径250mm、内径150mm、高さ120mmの軸受リングに作製した。

表3に熱処理後の硬さ測定結果を示すが、この場合の硬さ測定は、リングから高さ60mmの位置を切断し軸受ボールが転動する内径面の最表層、表層3mm深さ、および中心位置の硬さをロックウェル硬度計で測定することにより行なった。なお、比較のための参考例23はSCM420鋼に浸炭処理を行なったものである。

表 3

No.	分	表層	表層下 3 mm	中心
		HRC 58~65	—	HRC 25~45
1	好適例	60	59	28
2		60	60	31
3		62	61	37
4		61	60	38
5		61	61	39
6		61	61	40
7		61	61	42
8		61	61	41
9		62	61	42
10		62	61	39
11		62	62	38
12		62	61	37
13		62	61	42
14		62	61	41
15	参考例	54	50	29
16		55	51	31
17		64	61	49
18		61	64	47
19		61	62	52
20		62	61	56
21		56	51	27
22		62	61	51
23		62	41	27

(耐破断性)

耐破断性を評価するため、リングの中央部からシャルピー試験片を切り出し、10Rのノッチを有するシャルピー試験片を作製して衝撃値を評価した。試験の結果を表4に示す。

さらに、耐破断性を評価するために、ASTM E399規格に準拠した破壊靱性試験を行なった。なお、試験片は熱処理を行なったリング素材からノッチ位置がリングの中央部となるように試験片を切り出した。破壊靱性の試験結果を同じく表4に示す。

表4

No.	区分	硬 さ (HRC)	衝撃値 (J/cm ²)	破壊靱性値 (MPa m ^{1/2})
1		28	76	91
2		31	71	84
3		37	88	88
4		38	77	76
5	好	39	78	81
6		40	113	116
7	適	42	127	101
8		41	98	77
9	例	42	105	98
10		39	101	87
11		38	118	104
12		37	109	81
13		42	61	88
14		41	63	99
15		29	53	69
16		31	47	68
17		49	17	21
18	参	47	18	36
19	考	52	11	21
20	例	56	13	34
21		27	55	83
22		51	17	31
23		27	114	116

表3に示す通り、本発明好適例の鋼ではリング表層の硬さがいずれもHRC 58以上を維持しており、同時に、内部の硬さはHRC 25からHRC 45の範囲内にあることが分かる。そして、表4と表3とを対比すると、本発明好適例の鋼および比較のための参考例の鋼15, 16, 21は参考例の鋼22 (SUJ3)の衝撃値に比べてかなり高くなっており、比較のための参考例の鋼23 (SCM420)の浸炭鋼と比較しても同等レベルの衝撃値であることが分かる。

また、同じく、表4に示した破壊靱性の試験結果についても表2の結果と同様の傾向にあり、本発明好適例の鋼では比較のための参考例の鋼22のSUJ3に比べて大幅な改善が達成されている。

(転動寿命)

圧延素材を熱間鍛造により直径65mmまで鍛伸して寿命試験用の試験素材とした。そして、素材は先の条件と同様に焼ならし、球状化焼なましを行なった後、スラスト型転動疲労試験片を加工した。この後、製品熱処理と同一条件で焼入れ焼もどし処理を行ない、仕上げ加工を行なって試験片を製作した。

転動試験は10個の試験片についてヘルツ応力5200MPaで行ない、潤滑油として#60スピンドル油を用い、ワイブル確率10%となる寿命(L10寿命)を評価した。この評価結果を表5に示す。

表 5

No.	区 分	硬 さ (HRC)	L 1 0 転動寿命 ($\times 10^6$)
1		6 0	5 0
2		6 0	4 5
3		6 2	6 2
4		6 1	4 4
5	好	6 1	4 3
6		6 1	3 8
7	適	6 1	5 1
8		6 1	4 4
9	例	6 2	4 3
1 0		6 2	4 5
1 1		6 2	5 5
1 2		6 2	5 7
1 3		6 2	5 1
1 4		6 2	3 7
1 5		5 4	7
1 6		5 5	1 1
1 7		6 4	1 0
1 8	参	6 1	3 7
1 9	考	6 1	5 2
2 0	例	6 2	4 8
2 1		5 6	4 4
2 2		6 2	3 3
2 3		6 2	3 4

表5に示すように、表4で比較的に靱性が高いことが確認された比較のための参考例の鋼15, 16, 21では大幅な寿命の低下が発生しており、耐破断性と転動寿命を両立することができないものであった。

これに対し、本発明好適例の鋼では比較のための参考例の鋼22, 23の軸受鋼(SUJ3)および浸炭鋼(SCM420)の現行品と比較しても同等以上の寿命特性を有しており、耐破断性と寿命特性を両立することが可能である。

(実体品)

本発明好適例の鋼1, 6, 7, 13および比較のための参考例の鋼15, 22からなる直径180mmの圧延素材を熱間鍛造によって外径260mm, 内径140mm, 高さ130mmのリング形状に加工したのち、軟化処理を行ない、さらに機械加工を行なったあと850℃での焼入れおよび180℃での焼もどしを行ない、仕上げ加工を行なって軸受部品として組付けた。

そして、各軸受部品について耐圧荷重および転動疲労(面圧5GPa)を調べ、鋼22を基準として評価したところ、表6に示す結果であった。

表6

No.	耐圧荷重比	寿命比
1	2.3	1.10
6	2.5	1.22
7	1.8	1.36
13	2.6	1.15
15	1.2	0.10
22	1.0	1.00

表6に示すように、本発明による大型軸受部品は耐圧荷重（耐破断性）および転動疲労強度に優れたものであることが確かめられた。

発明上の利用の可能性

本発明による大型軸受用鋼では、請求項1に記載しているように、JIS G 0561で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1.5mmでHRC 64以上、J 7mmでHRC 63～66、J 15mmでHRC 37～50、J 20mmでHRC 30～45、J 45mmでHRC 28～38であるものとしたから、優れた耐破断性と転動疲労強度を有する大型軸受部品に適した大型軸受用鋼を提供することが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

そして、請求項2に記載しているように、化学成分組成が、質量％で、
C : 0.80％～1.30％、
Si : 0.35超過％～0.80％、
Mn : 0.30％～0.90％、
Cr : 0.90％～1.50％、
を含み、残部Feおよび不純物からなり、JIS G 0561で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1.5mmでHRC 64以上、J 7mmでHRC 63～66、J 15mmでHRC 37～50、J 20mmでHRC 30～45、J 45mmでHRC 28～38であるものとすることによって、優れた耐破断性と転動疲労強度を有する大型軸受部品に適した大型軸受用鋼を提供することが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

そしてまた、請求項3に記載しているように、化学成分組成が、質量％で、
C : 0.80％～1.30％、
Si : 0.35超過％～0.80％、
Mn : 0.30％～0.90％、
Cr : 0.90％～1.50と、
Mo : 0.25％以下およびNi : 0.20％～1.50％のうちの1種または2種を含み、残部Feおよび不純物からなり、JIS G 0561で制定する

鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1. 5 mmでHRC 64以上、J 7 mmでHRC 63～66、J 15 mmでHRC 37～50、J 20 mmでHRC 30～45、J 45 mmでHRC 28～38であるものとすることによって、優れた耐破断性と転動疲労強度を有し、Mo, Niの添加により耐破断性がさらに改善された大型軸受部品に適した大型軸受用鋼を提供することが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

そしてまた、請求項4に記載しているように、鋼中不純物のうちS, P, O, Tiが、

S : 0. 010%以下、

P : 0. 020%以下、

O : 0. 0010%以下、

Ti : 0. 0030%以下、

であるものとすることによって、耐破断性および転動寿命がさらに改善された大型軸受部品に適した大型軸受用鋼を提供することが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

さらに、本発明による大型軸受部品によれば、請求項5に記載しているように、請求項1ないし4のいずれかに記載の鋼を素材とし、リング形状の外径150 mm以上、厚さ30 mm以上の軸受部品であって、焼入れ焼もどし処理後の表面硬さがHRC 58～65でかつ部品中心部の硬さがHRC 25～45であるものとしたことから、耐破断性と転動疲労寿命特性に優れた大型軸受部品を低コストで提供することが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

請求の範囲

1. J I S G 0 5 6 1で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1. 5 mmでH R C 6 4以上、J 7 mmでH R C 6 3～6 6、J 1 5 mmでH R C 3 7～5 0、J 2 0 mmでH R C 3 0～4 5、J 4 5 mmでH R C 2 8～3 8であることを特徴とする大型軸受用鋼。

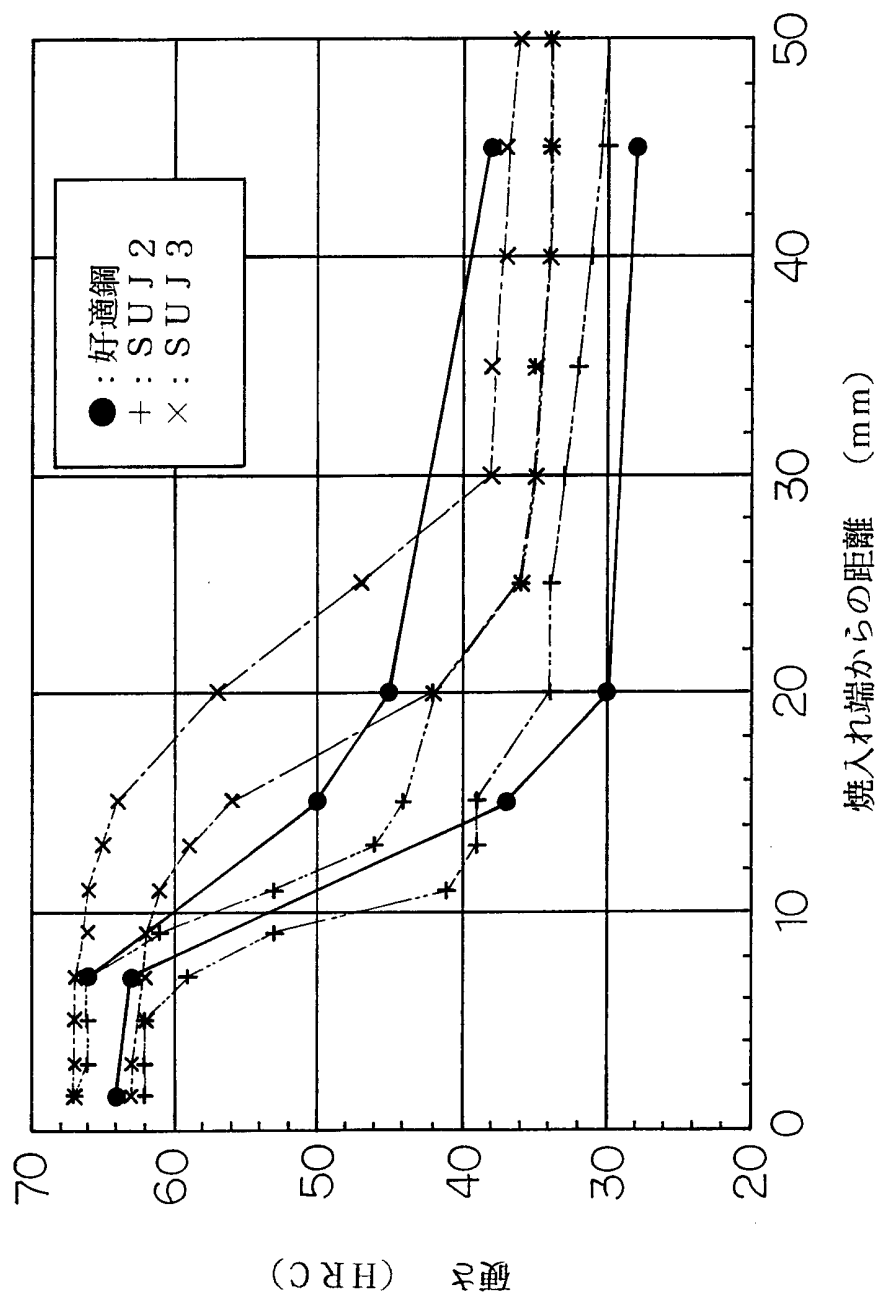
2. 化学成分組成が、質量%で、
C : 0. 8 0 %～1. 3 0 %、
S i : 0. 3 5 超過%～0. 8 0 %、
M n : 0. 3 0 %～0. 9 0 %、
C r : 0. 9 0 %～1. 5 0 %、
を含み、残部F eおよび不純物からなり、J I S G 0 5 6 1で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1. 5 mmでH R C 6 4以上、J 7 mmでH R C 6 3～6 6、J 1 5 mmでH R C 3 7～5 0、J 2 0 mmでH R C 3 0～4 5、J 4 5 mmでH R C 2 8～3 8であることを特徴とする大型軸受用鋼。

3. 化学成分組成が、質量%で、
C : 0. 8 0 %～1. 3 0 %、
S i : 0. 3 5 超過%～0. 8 0 %、
M n : 0. 3 0 %～0. 9 0 %、
C r : 0. 9 0 %～1. 5 0 %と、
M o : 0. 2 5 %以下およびN i : 0. 2 0 %～1. 5 0 %のうちの1種または2種、
を含み、残部F eおよび不純物からなり、J I S G 0 5 6 1で制定する鋼の焼入性試験方法による焼入性が、J 1. 5 mmでH R C 6 4以上、J 7 mmでH R C 6 3～6 6、J 1 5 mmでH R C 3 7～5 0、J 2 0 mmでH R C 3 0～4 5、J 4 5 mmでH R C 2 8～3 8であることを特徴とする大型軸受用鋼。

4. 鋼中不純物のうち S, P, O, Ti が、
S : 0.010%以下、
P : 0.020%以下、
O : 0.0010%以下、
Ti : 0.0030%以下、
である請求項2または3に記載の大型軸受用鋼。

5. 請求項1ないし4のいずれかに記載の鋼を素材とし、外径150mm以上、厚さ30mm以上の軸受部品であって、焼入れ焼もどし処理後の表面硬さがHRC58～65でかつ部品中心部の硬さがHRC25～45であることを特徴とする耐破断性と転動疲労寿命特性に優れた大型軸受部品。

図 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07240

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C22C38/00, C22C38/18, C22C38/50

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)
Int.Cl⁷ C22C38/00-38/60, C21D1/00-11/00

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

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.
Y	JP, 61-272349, A (Daido Steel Co., Ltd.), 02 December, 1986 (02.12.86) (Family: none)	1-5
Y	JP, 62-274055, A (Daido Steel Co., Ltd.), 28 November, 1987 (28.11.87) (Family: none)	1-5
Y	JP, 62-294150, A (Daido Steel Co., Ltd.), 21 December, 1987 (21.12.87) (Family: none)	1-5
Y	JP, 48-6010, B (NSK Ltd.), 22 February, 1973 (22.02.73) (Family: none)	1-5
Y	JP, 10-130732, A (NTN corporation), 19 May, 1998 (19.05.98) (Family: none)	1-5
A	JP, 09-242763, A (NSK Ltd.), 16 September, 1997 (16.09.97) (Family: none)	1-5
A	US, 5413643, A (NIPPON SEIKO KK), 09 May, 1995 (09.05.95) & GB, 2278127, A	1-5

☒ 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 document 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
21 November, 2000 (21.11.00)

Date of mailing of the international search report
28 November, 2000 (28.11.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07240

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	23 November, 1994 (23.11.94), & JP, 07-27139, A, 27 January, 1995 (27.01.95)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ C22C38/00, C22C38/18, C22C38/50

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.⁷ C22C38/00-38/60, C21D1/00-11/00

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

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
Y	J P, 61-272349, A (大同特殊鋼株式会社), 2. 12月. 1986(02. 12. 86), (ファミリーなし)	1-5
Y	J P, 62-274055, A (大同特殊鋼株式会社), 28. 11 月. 1987(28. 11. 87), (ファミリーなし)	1-5
Y	J P, 62-294150, A (大同特殊鋼株式会社), 21. 12 月. 1987(21. 12. 87), (ファミリーなし)	1-5

☒ 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

21. 11. 00

国際調査報告の発送日

28. 11. 00

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)

諸岡 健一

印

印

4 K

9352

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 48-6010, B (日本精工株式会社), 22. 2月. 1973 (22. 02. 73), (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 10-130732, A (エヌティエヌ株式会社), 19. 5月. 1998 (19. 05. 98), (ファミリーなし)	1-5
A	JP, 09-242763, A (日本精工株式会社), 16. 9月. 1997 (16. 09. 97), (ファミリーなし)	1-5
A	US, 5413643, A (NIPPON SEIKO KK), 9. 5月. 1995 (09. 05. 95) & GB, 2278127, A, 23. 11月. 1994 (23. 11. 94) & JP, 07-27139, A, 27. 1月. 1995 (27. 01. 95)	1-5