

(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2005-226714

(P2005-226714A)

(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int. Cl.⁷

F 1 6 C 33/64

B 2 4 B 39/00

F 1 6 C 33/32

F I

F 1 6 C 33/64

B 2 4 B 39/00

F 1 6 C 33/32

テーマコード (参考)

3 C 0 5 8

3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-35064 (P2004-35064)

(22) 出願日 平成16年2月12日 (2004.2.12)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(74) 代理人 100092705

弁理士 渡邊 隆文

(74) 代理人 100104455

弁理士 喜多 秀樹

(74) 代理人 100111567

弁理士 坂本 寛

(72) 発明者 原田 久

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋

精工株式会社内

(72) 発明者 三上 剛

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋

精工株式会社内

最終頁に続く

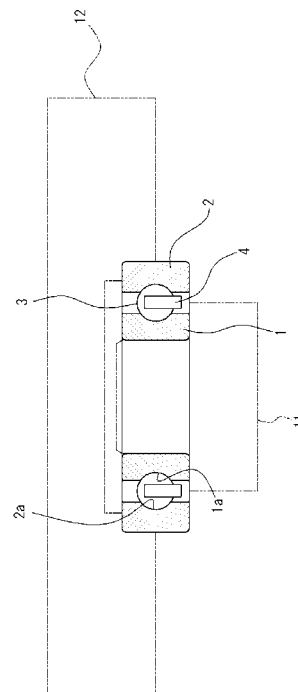
(54) 【発明の名称】 転動部品及びこれを用いた転動装置、並びにこれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 部品形状などに関わらず長寿命化を簡単に図ることができる低コストな転動部品及びこれを用いた転動装置並びにこれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 内外輪（軌道部材）1、2とボール（転動部材）3とを深溝玉軸受（転動装置）での使用状態と同じ状態に組立てる。そして、これらの内外輪1、2及びボール3を相対運動させることにより、内外輪1、2及びボール3に残留圧縮応力を付与する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

転動部材とこの転動部材が転動する軌道部材とを有する転動装置に用いられるとともに、前記転動部材及び前記軌道部材のいずれか 1 つの部材を構成する合金鋼製の転動部品であって、

前記転動部材及び前記軌道部材は前記転動装置での使用状態と同様の状態に組立てられ、かつ、荷重が加えられた状態で相対運動することにより生じた残留圧縮応力を有することを特徴とする転動部品。

【請求項 2】

前記転動部材と前記軌道部材との最大接触面圧が 3 ~ 7 . 5 G P a の範囲となるように荷重が加えられた状態で、これらの転動部材及び軌道部材を相対運動させて残留圧縮応力が付与されたことを特徴とする請求項 1 に記載の転動部品。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の転動部品を、転動部材及び軌道部材の少なくとも 1 つとして用いたことを特徴とする転動装置。

【請求項 4】

転動装置に含まれた転動部材または軌道部材を構成する転動部品を合金鋼を用いて製造する製造方法であって、

所定形状に形成された前記転動部材及び前記軌道部材の各中間素材の少なくとも一方を合金鋼により作製し、これら転動部材及び軌道部材の各中間素材を前記転動装置での使用状態と同様の状態に組立てた後、これら中間素材を相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する工程を含むことを特徴とする転動部品の製造方法。

【請求項 5】

前記残留圧縮応力を付与する工程において、前記相対運動を 20 回以下に制限したことを特徴とする請求項 4 に記載の転動部品の製造方法。

【請求項 6】

転動部材とこの転動部材が転動する軌道部材とを有する転動装置の製造方法であって、

所定形状に形成された前記転動部材及び前記軌道部材の各中間素材の少なくとも一方を合金鋼により作製し、これら中間素材を用いて前記転動装置の完成品となるように組立てた後、前記転動部材及び前記軌道部材の各中間素材を相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する工程を含むことを特徴とする転動装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、転がり軸受等の転動装置とこれに含まれた構成要素としての転動部品、及びこれらの製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、転がり軸受の軌道輪や転動体等の転動部品では、その動作時に繰り返し荷重がかかるために経年劣化は避け難く、いかにして長寿命化を図るかという課題がある。そこで、従来の転動部品には、相手部材が転がり接触する転動面にローラバニッシュ加工を施してその転動面表層に残留圧縮応力を付与することにより、寿命の向上を図ったものが知られている（例えば、下記特許文献 1 参照。）。

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 168256 号公報（第 3 頁）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、上記ローラバニッシュ加工では、その加工ツールとして、油圧で保持された例えばセラミックスボールが用いられており、このボールを転動部品の転動面（加工面）

10

20

30

40

50

に強圧にて押し付けて転がり接触させながら当該加工面上を移動させることにより、残留圧縮応力を転動部品に生じさせていた。

ところが、上記のような従来例では、転動部品の形状や大きさなどによっては、ローラバニッシュ加工を適切に実施することができず当該部品の寿命向上を図ることが困難な場合があった。具体的には、上記ボールは加工面に接触可能なようにその半球部分が外側に突出した状態でツールハウジングに回転自在に支持されているが、例えば深溝玉軸受の内輪軌道面に適用した場合、その軌道面両側の肩部にツールハウジングが当接することがあった。この結果、ボールと軌道面とが適切に接触せずに、残留圧縮応力を付与できないことがあり、内輪ひいては深溝玉軸受の寿命向上を行うのが難しかった。また、転動部品の形状などに応じてツールを用意することも考えられるが、このようにツールの種類数を増やすことは、転動部品に応じたツールの交換作業を行う必要が生じたり、転動部品及び転動装置のコストアップに直結したりして得策ではない。

10

【0005】

上記のような従来の問題点に鑑み、本発明は、部品形状などに関わらず長寿命化を簡単に図ることができる低コストな転動部品及びこれを用いた転動装置並びにこれら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】

【0006】

本発明の転動部品は、転動部材とこの転動部材が転動する軌道部材とを有する転動装置に用いられるとともに、前記転動部材及び前記軌道部材のいずれか1つの部材を構成する合金鋼製の転動部品であって、

20

前記転動部材及び前記軌道部材は前記転動装置での使用状態と同様の状態に組立てられ、かつ、荷重が加えられた状態で相対運動することにより生じた残留圧縮応力を有することを特徴とするものである。

【0007】

上記のように構成された転動部品では、残留圧縮応力は上記転動装置の他の構成要素である転動部材や軌道部材とともに、その部品の当該装置での使用状態と同様の状態に組立てられて転動部材及び軌道部材を相対運動させることによって付与されている。すなわち、転動部品は、転動装置内に組付けられたときと同様の状態で残留圧縮応力が付与されているので、ローラバニッシュ加工にて残留圧縮応力を付与する上記従来例と異なり、当該部品形状や大きさなどに関わらず残留圧縮応力を生じさせることができるとともに、転動部品の形状などに応じた加工ツールを準備する必要がない。

30

【0008】

また、上記転動部品において、前記転動部材と前記軌道部材との最大接触面圧が3～7.5 GPaの範囲となるように荷重が加えられた状態で、これらの転動部材及び軌道部材を相対運動させて残留圧縮応力が付与されることが好ましい。

この場合、上記最大接触面圧を3 GPa以上とすることによって転動部品の内部の残留圧縮応力の最大値を所望値以上とすることができ、転動部品の寿命向上を確実に行うことができる。また、最大接触面圧が3.5 GPa以上とした場合には、転動部品での残留圧縮応力の分布をより適切なものとすることができ、長寿命な転動部品をより確実に得ることができる点で好ましい。また、最大接触面圧を7.5 GPa以下とすることにより、著しい塑性変形が転動部品に生じるのを防止することができ、当該部品寸法が大きく変化するのを防ぐことができる。

40

【0009】

また、本発明の転動装置は、いずれかの上記転動部品を、転動部材及び軌道部材の少なくとも1つとして用いたことを特徴とするものである。

上記のように構成された転動装置では、残留圧縮応力が簡単適切に与えられた転動部品を使用しているので、疲労強度が改善された転動部品が含まれることとなって当該装置の寿命向上を容易に図ることができる。

【0010】

50

また、本発明の転動部品の製造方法は、転動装置に含まれた転動部材または軌道部材を構成する転動部品を合金鋼を用いて製造する製造方法であって、

所定形状に形成された前記転動部材及び前記軌道部材の各中間素材の少なくとも一方を合金鋼により作製し、これら転動部材及び軌道部材の各中間素材を前記転動装置での使用状態と同様の状態に組立てた後、これら中間素材を相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する工程を含むことを特徴とするものである。

【0011】

上記のように構成された転動部品の製造方法では、転動部材及び軌道部材の各中間素材を上記転動装置での使用状態と同様の状態に組立てた後、これら中間素材を相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する工程が含まれているので、転動部品の形状や大きさなどに応じた加工ツールを用いることなく、所望の残留圧縮応力を転動部品に与えることができ、当該部品の寿命向上効果を簡単に得ることができる。

10

【0012】

また、上記転動部品の製造方法では、前記残留圧縮応力を付与する工程において、前記相対運動を20回以下に制限することが好ましい。

この場合、上記相対運動を20回以下に制限することによって残留圧縮応力の最大値が所望値よりも小さくなるのを防ぐことができ、転動部品の寿命向上効果をより確実に得ることができる。

【0013】

また、本発明の転動装置の製造方法は、転動部材とこの転動部材が転動する軌道部材とを有する転動装置の製造方法であって、

20

所定形状に形成された前記転動部材及び前記軌道部材の各中間素材の少なくとも一方を合金鋼により作製し、これら中間素材を用いて前記転動装置の完成品となるように組立てた後、前記転動部材及び前記軌道部材の各中間素材を相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する工程を含むことを特徴とするものである。

【0014】

上記のように構成された転動装置の製造方法では、転動部材及び軌道部材の各中間素材が当該装置の完成品となるように組立てられた後、転動部材及び軌道部材の各中間素材を相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する工程が含まれているので、転動装置に含まれた構成要素での疲労強度を同時に改善することができ、構成要素ひいては当該装置の寿命向上を簡単に図ることができる。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、転動部品の形状などに応じた加工ツールを使用することなく残留圧縮応力が適切に付与されるので、部品形状などに関わらず長寿命化を簡単に図ることができる低コストな転動部品、これを用いた転動装置、及びこれらの製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の転動部品、転動装置、及び各製造方法を示す好ましい実施形態について図面を参照しながら説明する。尚、以下の説明では、転動装置として例えば型番6206の深溝玉軸受に本発明を適用した場合を説明する。また、以下の説明では、残留圧縮応力の各数値は、図2及び図3の縦軸以外は絶対値で表す。

40

図1は、本発明の一実施形態に係る転動装置を示す断面図である。図において、本実施形態の深溝玉軸受は、同芯に配置された軌道部材としての内輪1及び外輪2と、これらの内外輪間に転動自在に配置された転動部材としての複数のボール3とを備えており、各ボール3は保持器4により等間隔に保持されている。また、各ボール3は、窒化ケイ素などのセラミックス材により構成されている。

【0017】

上記内輪1及び外輪2は焼入硬化された軸受用鋼などを用いて構成されたものであり、

50

その軌道部 1 a , 2 a は所定硬さ以上の表面硬度を有するよう形成されている。また、これらの内外輪 1 , 2 には、後に詳述する工程によって残留圧縮応力が付与されており、ボール 3 が転動する上記軌道部 1 a , 2 a の疲労強度が向上している。

具体的には、内輪 1 及び外輪 2 の各軌道部材では、例えば J I S S U J 2 からなる環状素材に対して、旋削加工を施すことにより、軌道部 1 a , 2 a や内外周等を所定形状に加工する。続いて、浸炭焼入を含む熱処理を施して、その表面硬さが例えばロックウェル C 硬さ 6 0 以上となるように硬化させる。そして、熱処理完了後に、軌道部 1 a , 2 a や内外周等を研削加工によって所定精度に仕上げ、内外輪 1 , 2 の各中間素材を得る。

【 0 0 1 8 】

次に、上記内外輪 1 , 2 の各中間素材及びボール 3 を深溝玉軸受での使用状態と同じ状態に組立てた後、これらの中間素材を当該深溝玉軸受の使用条件よりも厳しい条件で相対運動させることにより残留圧縮応力を付与する。具体的には、図 1 に示すように、例えば内輪 1 の中間素材を回転軸 1 1 に回転自在に嵌合するとともに、外輪 2 の中間素材をハウジング 1 2 に固定する。そして、ハウジング 1 2 側から使用時の負荷よりも大きい負荷を作用させた状態、例えばボール 3 と各軌道部 1 a , 2 a との最大接触面圧が 3 ~ 7 . 5 G P a となるように静定荷重 C_0 の 1 ~ 7 倍の軸受負荷を作用させた状態で、回転軸 1 1 によって内輪 1 の中間素材を所定回数（例えば、1 ~ 2 0 回）回転させてこれらの中間素材を相対運動させる。これにより、各中間素材では、所望の残留圧縮応力が付与される。尚、上記最大接触面圧の範囲は、深溝玉軸受の通常の運転条件での 2 ~ 1 4 倍の値である。また、上記回転軸 1 1 及びハウジング 1 2 を含んだ加工装置は、軸受の寿命試験で使用されるラジアル試験装置と同一構成であり、この試験装置を使用して適切な残留圧縮応力を各中間素材に付与することができる。

【 0 0 1 9 】

以上の残留圧縮応力付与工程を実施することにより、内外輪 1 , 2 では、軌道部 1 a , 2 a 内部において最大値が 2 0 0 M P a を越える残留圧縮応力が生じており、軌道部 1 a , 2 a の疲労強度が改善されて、内外輪 1 , 2 の各寿命を十分に延ばすことができる。また、軌道部 1 a , 2 a の各表面から所定深さ（例えば軸受運転時に最大剪断応力が作用する深さ）の残留圧縮応力が所望値以上とされており、内部起点剥離及び表面起点剥離の発生を極力抑えた長寿命な内外輪 1 , 2 を構成することができる。さらに、これらの軌道部 1 a , 2 a の表面では、ボール 3 が上記のような厳しい条件にて転動することにより、軌道部 1 a , 2 a での表面硬度がアップされるとともに、表面粗さが改善され、しかもこれら内外輪 1 , 2 及びボール 3 の組付精度もまた向上されている。

【 0 0 2 0 】

また、本実施形態では、内外輪 1 , 2 の各中間素材を深溝玉軸受での使用状態と同じ状態に組立てた後、相対運動させることにより、内外輪 1 , 2 双方に残留圧縮応力を意図的に発生させているので、内外輪 1 , 2 の形状や大きさなどに関わらず所望の残留圧縮応力を当該内外輪 1 , 2 に付与することができる。従って、セラミックボールなどの加工ツールを用いたローラパニッシュ加工にて残留圧縮応力を与えていた上記従来例と異なり、所望の残留圧縮応力を内外輪 1 , 2 に容易に与えてこれら内外輪 1 , 2 の寿命向上効果を簡単に得ることができる。この結果、深溝玉軸受の製造工程を簡略化することができる。とともに、低コストな当該玉軸受を容易に構成することができる。

また、上記残留圧縮応力付与工程において、上記深溝玉軸受に含まれる全てのボール 3 を内外輪 1 , 2 の中間素材間に介在させる必要はなく、これらの中間素材が相対運動できるように少なくとも 1 個のボール 3 を中間素材間に配置、すなわち転動装置での使用状態と同様に組立てられればよい。但し、全てのボール 3 を配置、すなわち転動装置での使用状態と同じ状態に組立てられて各中間素材に残留圧縮応力を付与する工程を実施する場合の方が、この寿命向上のための工程を深溝玉軸受での製造最終工程とすることができ、当該軸受の製造時間の短縮化を図ることができる点で好ましい。

【 0 0 2 1 】

ここで、本発明の発明者等が実施した検証試験の試験結果について、図 2 ~ 図 5 及び表

1 ~ 表 5 を参照して具体的に説明する。

図 2 において、及び のプロットにて示す測定カーブはそれぞれ、本発明の実施例 1 及び 2 の測定結果を示している。また、 のプロットにて示す測定カーブは、残留圧縮応力付与工程を行う前（上記研削加工後）での内輪中間素材（以下、“未加工品”という）の測定結果を示している。上記実施例 1 は、S U J 2 を用いて構成した内外輪 1, 2 間に窒化ケイ素からなる 5 個のボール 3 を配置するとともに、上記加工装置から 25.0 k N の負荷荷重を加えることで内外輪 1, 2 とボール 3 との最大接触面圧を 4.58 G P a として内輪 1 を 10 回回転させたものであり、当該内輪 1 での残留圧縮応力の測定値である。また、実施例 2 は、S U J 2 を用いて構成した内外輪 1, 2 間に S U J 2 からなる 9 個のボール 3 を配置するとともに、上記加工装置から 12.5 k N の負荷荷重を加えること

10

【0022】

図 2 より明らかなように、実施例 1, 2 では、未加工品に比べて表面からの深さが深い箇所において十分な残留圧縮応力が付与されており、また軸受回転時に最大剪断応力が作用する 0.1 mm での残留圧縮応力も 200 M P a 以上に設定されている。従って、実施例 1, 2 は、未加工品よりも内部起点剥離の発生を大幅に抑えることができる軌道輪を構成したことが検証された。また、この実施例 1, 2 では、加工前に比べて遙かに大きい残留圧縮応力が与えられており、内部起点剥離だけでなく表面起点剥離の発生を十分に抑制できうる残留圧縮応力の分布を有していることが実証された。

20

【0023】

また、最大接触面圧を変更した場合及び相対運動の回数（加工回数）を変更した場合での残留圧縮応力の測定値の具体例を表 1 及び表 2 に示す。表 1 の実施例 3 ~ 7 は、S U J 2 を用いて構成した内外輪 1, 2 間に窒化ケイ素からなる 5 個のボール 3 を配置した軸受において、上記加工装置から負荷荷重を変更することで内外輪 1, 2 とボール 3 との最大接触面圧を表 1 に示すように変えたものであり、内輪 1 を 10 回回転させたときでの当該内輪 1 での残留圧縮応力の測定値である。また、表 1 の比較例 1, 2 は、S U J 2 からなる内輪中間素材にローラバニッシュ加工を施した上記従来相当品の測定結果である。また、表 2 の実施例 8 は、実施例 6 のものを 20 回回転させたときでの内輪 1 での残留圧縮応力の測定値である。

30

【0024】

【表 1】

	加工時の 最大接触面圧 (GPa)	内輪軌道の残留圧縮応力 (MPa)	
		表面(深さ 0mm)	表面からの深さ 100 μm
実施例 3	7.25	837	1098
実施例 4	6.58	468	993
実施例 5	5.80	552	827
実施例 6	4.58	467.3	719.6
実施例 7	3.58	566	353
比較例 1	2.45	624	17
比較例 2	1.94	674	11

10

20

【0025】

【表 2】

	加工回数 (回)	内輪軌道の残留圧縮応力 (MPa)	
		表面 (深さ 0mm)	表面からの深さ 100 μm
実施例 6	10回	467.3	719.6
実施例 8	20回	369.9	769.5

30

【0026】

表 1 より明らかなように、最大接触面圧を上記 3 ~ 7.5 GPa の範囲内の値に設定した実施例 3 ~ 7 では、内輪 1 内部の残留圧縮応力が 200 MPa 以上に調整されており、十分な寿命向上効果を得ることができていることが確認された。これに対して、比較例 1, 2 では、内輪軌道表面にはある程度の残留圧縮応力を与えることはできるが、加工ツールと当該軌道表面との接触面圧が小さいために、表面から 100 μm の箇所では、残留圧縮応力はほとんど与えられていなかった。

40

尚、最大接触面圧を 3 GPa 未満の値に設定した場合では、内輪 1 内部の残留圧縮応力の最大値が 200 MPa 以下となり、寿命を十分に向上させることができなかった。

また、最大接触面圧を 7.5 GPa を越える値に設定した場合では、内輪 1 に著しい塑性変形が生じてその寸法変化が大きくなり、真円度などの値が許容公差の範囲外の値となった。

【0027】

表 2 より明らかなように、上記加工回数が多い実施例 8 の方が回数の少ない実施例 6 よりも残留圧縮応力の値が小さくなっていた。すなわち、ある程度の回数を超えて相対運動

50

させたときには、残留圧縮応力は逆に小さくなることが分かった。また、20回を越えるような相対運動をさせた場合には、内輪1の塑性変形及びこれに起因する寸法変化が大きくなった。さらに、20回を越えると、残留圧縮応力の最大値も小さくなって十分な寿命向上効果を得られないことが判明した。

【0028】

また、上記加工回数を変更した場合における表面から所定深さ（例えば、0.1mm）での残留圧縮応力の測定結果例を図3及び表3に示す。表3の実施例9～11は、S U J 2を用いて構成した内外輪1, 2間に窒化ケイ素からなる5個のボール3を配置するとともに、ボール3の内外輪1, 2との転がり接触部に潤滑油（タービン油V G 6 8）を供給した状態で、上記加工装置から25.0kNの負荷荷重を加えることで内外輪1, 2とボール3との最大接触面圧を4.58GPaとしたものである。そして、内輪1の加工回数を図3及び表3に示すように、5回、10回、20回としたときでの当該内輪1での各残留圧縮応力の測定値である。

10

【0029】

【表3】

	加工回数 (回)	表面からの深さ0.1mmでの 残留圧縮応力 (MPa)
実施例9	5回	780
実施例10	10回	649.9
実施例11	20回	472.3

20

【0030】

図3及び表3に示されるように、実施例9～11では、0.1mm深さでの残留圧縮応力が400MPa以上となっており、上記従来例と異なり、表面からある程度の深さの箇所でも十分な残留圧縮応力を付与できることが確認された。また、表2に示した場合と同様に、加工回数を増やすにつれて、上記深さでの残留圧縮応力も小さくなることが確認された。

30

【0031】

また、本願発明品と比較品との寿命試験の結果例を表4に示す。表4の実施例12～14は、S U J 2を用いて構成した内外輪1, 2間にS U J 2からなる9個のボール3を配置するとともに、上記加工装置から12.5kNの負荷荷重を加えることで内外輪1, 2とボール3との最大接触面圧を3.58GPaとして内輪1を20回回転させることにより、製作された内輪1である。また、比較例3～5は、S U J 2からなる内輪1の上記未加工品である。また、この寿命試験は、上記実施例12～14及び比較例3～5の各内輪1において、図4(a)及び(b)に示す圧痕Aを軌道部1aの表面に付与した状態で、ボール3を転がり運転させて、内輪剥離が生じるまでの時間を求めることによって行ったものであり、この圧痕Aを付与した状態での寿命試験は、本出願人により、在来の異物混入油を用いた寿命試験と同等の検証をより短い時間で正確に行えることが確認されている。また、圧痕Aは、圧子としての直径1mmのセラミックス製の玉を1471Nの荷重にて軌道部1aに衝突させることで形成されたものであり、図4(c)に“d”、“t”、“h1”、及び“h2”にて示す寸法は、それぞれ450μm、40μm、3μm、及び3μm程度である。

40

【0032】

【表 4】

	寿命時間 (h)	試験結果
実施例 1 2	3 1 . 5	内輪剥離
実施例 1 3	2 6 . 2	内輪剥離
実施例 1 4	2 5 . 4	内輪剥離
比較例 3	7 . 9	内輪剥離
比較例 4	1 9 . 9	内輪剥離
比較例 5	2 3 . 8	内輪剥離

10

【0033】

表 4 より明らかなように、実施例 1 2 ~ 1 4 の本発明品は、比較例 3 ~ 5 の比較品に比べて寿命が延ばされていることが実証された。また、これらの寿命試験データをワイブル解析した結果を表 5 及び図 5 に示す。

【0034】

20

【表 5】

	本発明品	比較品
L 1 0	2 4 . 5	8 . 1
L 5 0	3 0 . 0	2 4 . 6
スロープ	9 . 3	1 . 7

30

【0035】

表 5 より明らかなように、本発明品では、L 1 0 及び L 5 0 の寿命時間が比較品に比べて長時間なものであり、比較品に比べて剥離が生じにくい内輪 1 を構成することが検証された。また、図 5 の直線 5 1 に示すように、本発明品のスロープは、同図の直線 5 0 に示した従来品のものに比べて 5 倍以上の値となっており、寿命のバラツキが小さくなることが示された。

【0036】

尚、上記の説明では、深溝玉軸受に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は転動部材とこの転動部材が転動する軌道部材とを有する転動装置の構成要素のうち、転動部材及び軌道部材のいずれか 1 つの部材を構成する転動部品において、上記転動部材及び軌道部材を転動装置での使用状態と同様の状態に組立て、これらの転動部材及び軌道部材を相対運動させることにより、残留圧縮応力を付与したものであれば何等限定されるものではなく、例えばテーパローラー軸受などの他の軸受形式の転動装置にも適用することができる。また、上記深溝玉軸受のように転動装置として完成されたものや残留圧縮応力を付与する上記工程の終了後に装置構成を要素単位に分解した各転動部品個々のものにも適用することができる。また、例えば固定軌道輪として外輪と円筒ころなどの転動部材とを有し、この転動部材が回転軸などの軸受支持対象物上を直接的に転動するインテグラル（一体化）型の軸受及びその各構成要素にも適用することができる。このような軌道部

40

50

材が1つのみの転動装置に適用する場合には、この装置に含まれた軌道部材及び転動部材と当該装置が組付けられる上記軸受対象物等のダミー部材とをその使用状態と同様の状態に組立てた後、当該軌道部材及び転動部材を相対運動させて残留圧縮応力を付与すればよい。さらに、直動軸受やボールネジ等各種転動装置にも適用可能である。

【0037】

また、上記の説明では、内外輪の素材鋼としてS U J 2を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなくJ I S S U J 3等の他の軸受用鋼（高炭素クロム鋼）、S A E 5 1 2 0あるいはS C r 4 2 0等の肌焼（浸炭）鋼（低炭素鋼）、またはS 5 5 C等の機械構造用炭素鋼等の合金鋼を用い、これらの素材鋼に浸炭あるいは浸炭窒化したもので構成してもよい。

また、上記の説明では、窒化ケイ素などのセラミックス材からなるボールを備えた深溝玉軸受について説明したが、転動部材の素材はセラミックス材に限定されるものではなく、軌道部材と同様に、上記合金鋼製の転動部材を有する転がり軸受にも適用できる。このような合金鋼製の転動部材を用いた場合には、当該転動部材に対しても適切な残留圧縮応力を発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の一実施形態に係る転動装置を示す断面図である。

【図2】表面からの各深さにおける残留圧縮応力を測定した結果例を示すグラフ図である。

【図3】加工回数を変化させた場合での表面から所定深さでの残留圧縮応力の測定結果例を示すグラフである。

【図4】(a)及び(b)はそれぞれ寿命試験の際に圧痕を軌道部表面に付与した内輪の平面図及び側面図であり、(c)は上記圧痕を示す図である。

【図5】寿命データのワイブル解析の結果例を示すグラフである。

【符号の説明】

【0039】

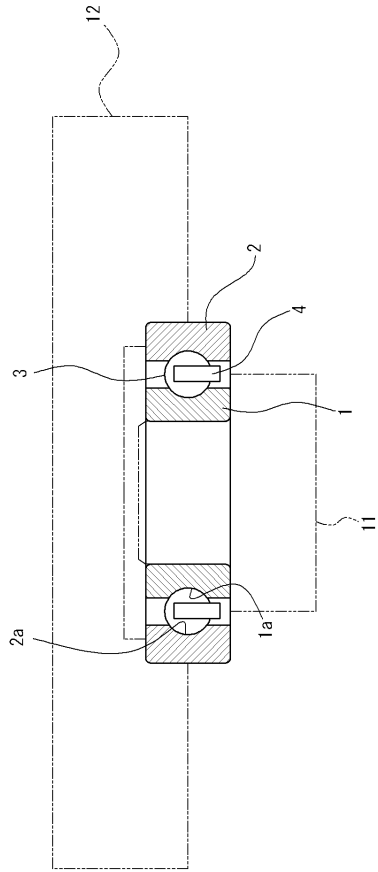
- 1 内輪（転動部品；軌道部材）
- 2 外輪（転動部品；軌道部材）
- 3 ボール（転動部品；転動部材）

10

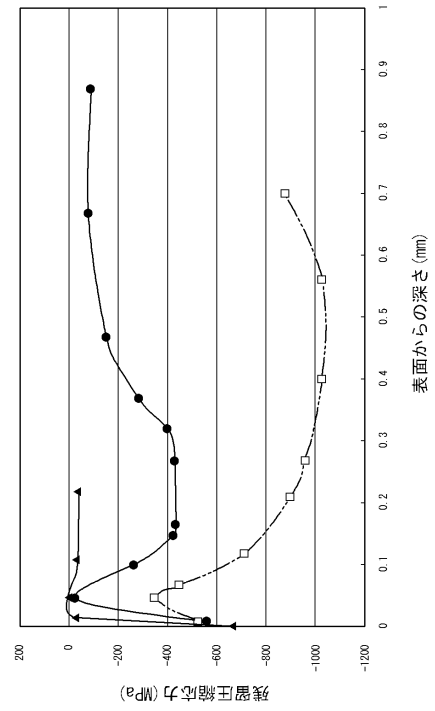
20

30

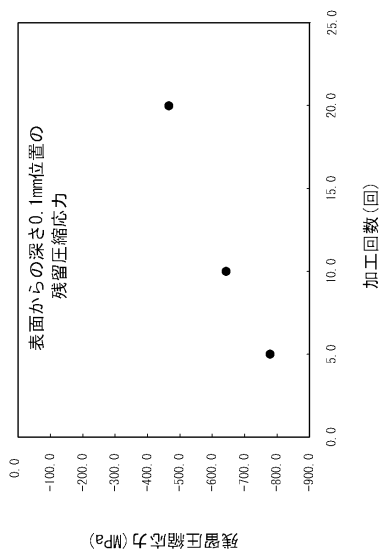
【図 1】



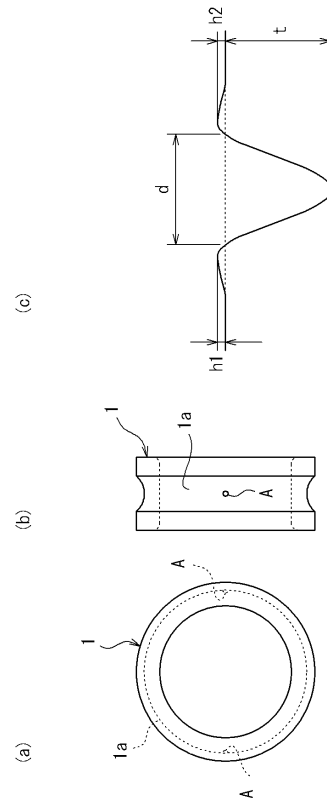
【図 2】



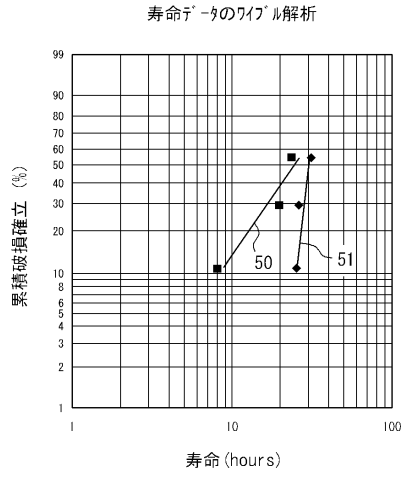
【図 3】



【図 4】



【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C058 AA16 CA01 CB03
3J101 AA03 AA32 AA42 AA52 AA62 BA02 BA53 BA54 BA55 DA01
DA05 EA02 EA44 FA31 FA44