(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3614178号
(P3614178)
(45)発行日　平成17年1月26日(2005.1.26)　(24)登録日　平成16年11月12日(2004.11.12)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
F16C 33/32	F16C 33/32	
C21D 6/00	C21D 6/00	K
C21D 9/36	C21D 9/36	

請求項の数 3　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平5-70753
(22)出願日　平成5年3月8日(1993.3.8)
(65)公開番号　特開平6-264929
(43)公開日　平成6年9月20日(1994.9.20)
審査請求日　平成12年2月28日(2000.2.28)
審判番号　不服2002-8661(P2002-8661/J1)
審判請求日　平成14年5月16日(2002.5.16)

(73)特許権者　000004204
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　100087457
弁理士　小山　武男
(74)代理人　100120190
弁理士　中井　俊
(74)代理人　100056833
弁理士　小山　欽造
(72)発明者　平川　清
神奈川県平塚市松風町３０－３４
(72)発明者　鈴木　晃
神奈川県川崎市中原区中丸子１１６５　日精川崎寮１０３

最終頁に続く

(54)【発明の名称】玉軸受用玉の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

外周面に内輪軌道を有する軸受鋼製の内輪又は軸と、内周面に外輪軌道を有する軸受鋼製の外輪と、上記内輪軌道と外輪軌道との間に転動自在に設けられる複数の軸受鋼製の玉とから成る玉軸受に組み込まれる表面の形状精度が３μｍR_{ms}以下である玉軸受用玉の製造方法であって、焼き入れ後に予備の焼き戻し処理を施してから荒研削を施した後、更に表面硬化処理してから焼き戻し処理を施し、次いで、この玉の表面に仕上げ研削を施す事を特徴とする玉軸受用玉の製造方法。

【請求項２】

焼き戻し処理の焼き戻し温度の上限並びに下限を、下記の（ａ）～（ｆ）で規制する、請求項１に記載の玉軸受用玉の製造方法。

（ａ）焼き戻し時間が１０～１２０分の場合、焼き戻し温度の上限を２００℃とする。

（ｂ）焼き戻し時間が１２０分を越える場合には焼き戻し温度の上限を、直交座標の一方の軸に焼き戻し温度を摂氏温度で表わし、他方の軸に分単位の焼き戻し時間を対数目盛で表わした片対数座標に描かれる、変曲点を持たない滑らかな曲線により、当該焼き戻し時間に対応して求める。

（ｃ）上記（ｂ）の曲線は、２００℃で１２０分の点から始まり、１７５℃で１０００分の点、１６０℃で４０００分の点を通過する。

（ｄ）焼き戻し時間が１０～１２０分の場合、焼き戻し温度の下限を１５０℃とする。

（ｅ）焼き戻し時間が１２０分を越える場合には焼き戻し温度の下限を、直交座標の一方

の軸に焼き戻し温度を摂氏温度で表わし、他方の軸に分単位の焼き戻し時間を対数目盛で表わした片対数座標に描かれる、変曲点を持たない滑らかな曲線により、当該焼き戻し時間に対応して求める。
（ｆ）上記（ｅ）の曲線は、１５０℃で１２０分の点から始まり、１４０℃で３００分の点、１３０℃で１０００分の点、１２０℃で６０００分の点を通過する。
【請求項３】
外周面に内輪軌道を有する軸受鋼製の内輪又は軸と、内周面に外輪軌道を有する軸受鋼製の外輪と、上記内輪軌道と外輪軌道との間に転動自在に設けられる複数の軸受鋼製の玉とから成る玉軸受に組み込まれる、表面の形状精度が３μｍR_{ms}以下である玉軸受用玉の製造方法であって、玉の焼き入れ後この玉に、下記の（ｇ）～（ｉ）を満たす条件で行なう予備の焼き戻し処理を施した後、この玉に荒研削を施してから表面硬化処理を施し、次いでこの玉に、焼き戻し温度の上限並びに下限を、下記の（ａ）～（ｆ）で規制する焼き戻し処理を施してから、この玉の表面に仕上げ研削を施す事を特徴とする玉軸受用玉の製造方法。
（ａ）焼き戻し時間が１０～１２０分の場合、焼き戻し温度の上限を２００℃とする。
（ｂ）焼き戻し時間が１２０分を越える場合には焼き戻し温度の上限を、直交座標の一方の軸に焼き戻し温度を摂氏温度で表わし、他方の軸に分単位の焼き戻し時間を対数目盛で表わした片対数座標に描かれる、変曲点を持たない滑らかな曲線により、当該焼き戻し時間に対応して求める。
（ｃ）上記（ｂ）の曲線は、２００℃で１２０分の点から始まり、１７５℃で１０００分の点、１６０℃で４０００分の点を通過する。
（ｄ）焼き戻し時間が１０～１２０分の場合、焼き戻し温度の下限を１５０℃とする。
（ｅ）焼き戻し時間が１２０分を越える場合には焼き戻し温度の下限を、直交座標の一方の軸に焼き戻し温度を摂氏温度で表わし、他方の軸に分単位の焼き戻し時間を対数目盛で表わした片対数座標に描かれる、変曲点を持たない滑らかな曲線により、当該焼き戻し時間に対応して求める。
（ｆ）上記（ｅ）の曲線は、１５０℃で１２０分の点から始まり、１４０℃で３００分の点、１３０℃で１０００分の点、１２０℃で６０００分の点を通過する。
（ｇ）焼き戻し時間が１０～１２０分の場合、焼き戻し温度の上限を１４０℃とする。
（ｈ）焼き戻し時間が１２０分を越える場合には焼き戻し温度の上限を、直交座標の一方の軸に焼き戻し温度を摂氏温度で表わし、他方の軸に分単位の焼き戻し時間を対数目盛で表わした片対数座標に描かれる、変曲点を持たない滑らかな曲線により、当該焼き戻し時間に対応して求める。
（ｉ）上記（ｈ）の曲線は、１４０℃で１２０分の点から始まり、１３０℃で３００分の点、１２０℃で１０００分の点、１１０℃で６０００分の点を通過する。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
この発明に係る製造方法により造られる玉軸受用玉は、内輪及び外輪と共に玉軸受を構成する。そしてこの玉軸受は、例えばハードディスクドライブ装置（ＨＤＤ）やビデオテープレコーダ（ＶＴＲ）、ディジタルオーディオテープレコーダ（ＤＡＴ）等に組み込まれ、高速で回転するスピンドルを支承する。
【０００２】
【従来の技術】
例えばコンピュータに組み込まれるＨＤＤには、図１に示す様な駆動モータを組み込んで、ハードディスク駆動用のスピンドル１を高速で回転駆動する。このスピンドル１の外周面とハウジング２の内周面との間には、１対の玉軸受３、３を設けて、上記スピンドル１をハウジング２の内側に、回転自在に支承している。各玉軸受３、３は、それぞれ外周面に内輪軌道４、４を有する軸受鋼製の内輪５、５と、内周面に外輪軌道６、６を有する軸受鋼製の外輪７、７と、上記内輪軌道４、４と外輪軌道６、６との間にそれぞれ複数個ず

つ、転動自在に設けられた軸受鋼製の玉８、８とから構成される。各玉８、８には予圧を付与して、上記スピンドル１の回転時に、がたつきが生じない様にしている。但し、上記内輪軌道４、４をスピンドル１の外周面に直接形成して、内輪５、５を省略する事もある。

【０００３】

この様な玉軸受３、３を構成する玉８、８を従来は、次の様な工程で造っていた。即ち、先ず、所定の形状に加工した玉の表面に通常の焼き入れ処理を施し、次いでこの玉に所定の焼き戻し処理を施す。次いでこの玉に荒研削を施してから、例えば特公平１－１２８１２号公報に記載されている様な方法により、表面硬化処理を施す。そして、この表面硬化処理後仕上げ研削を施して、玉軸受用玉８、８として完成する。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述の様にして造られる、従来から知られた玉８、８を組み込んだ玉軸受３、３により、ＨＤＤ等のスピンドル１の支承を行なうと、経時的に表面の形状精度が劣化し、これに伴なって音響特性も劣化する場合がある。

【０００５】

即ち、本発明者は本発明を完成する以前に、玉軸受３を構成する玉８の表面の形状精度の変化を測定した。尚、形状精度は、玉表面の凹凸程度（うねり）を表わしたもので、凹凸による段差の積算値で表わされ、単位はμｍR_{ms}である。この形状精度は、比較的細かい凹凸の程度を表わすHIGH BAND と、粗い凹凸の程度を表わすLOW BANDとがあるが、音響特性に影響を及ぼすのはこの内のHIGH BAND である。そこで、上記形状精度の内のHIGH BAND の測定値を、図２に示した。

【０００６】

又、玉軸受３の音響特性に影響を与える数値として、アンデロン値が広く知られている。このアンデロン値にも、周波数によってLOW BANDとMEDIUM BAND とHIGH BAND とがあるが、図３（Ａ）にこの内のMEDIUM BAND の測定値を、同図（Ｂ）にHIGH BAND の測定値を、それぞれ記載している。尚、形状精度とアンデロン値との経時変化を測定するのに、玉軸受３を回転させつつ玉８を放置し（経過時変化させ）た。これは、玉８に加わる予圧等の影響を排除する為である。

【０００７】

この図２の記載から明らかな通り、従来の玉８の形状精度は、経時的に劣化し、或る程度劣化した状態で安定する事が解る。そして、この玉８を組み込んだ玉軸受３のアンデロン値も、経時的に劣化し、或る程度劣化した状態で安定する事が解る。

【０００８】

本発明の玉軸受用玉の製造方法は、上述の様な事情に鑑みて発明されたもので、玉の表面処理工程を工夫する事で、この玉の形状精度が経時的に劣化するのを防止し、この玉を組み込んだ玉軸受の音響特性が経時的に劣化する度合を軽減するものである。

【０００９】

尚、玉軸受の構成部品の表面処理に関する発明としては、前記特公平１－１２８１２号公報に記載されている様に、玉を板に打ち付ける事によりこの玉の表面を硬化させる発明、或は特開平４－３３３５２１号公報に記載されている様に、機械加工後の軌道輪に、焼き入れ硬化処理、粗研磨、ショット・ピーニング、焼き戻し、仕上げ研磨を順次施す発明が、従来から知られている。

【００１０】

しかしながら、特公平１－１２８１２号公報に記載された発明の場合、玉の転がり寿命の延長と転動面の傷付防止とを目的としたもので、前述の様な形状精度の経時的劣化の防止を考慮したものではなく、使用条件によっては、音響特性が経時的に劣化する可能性もある。又、特開平４－３３３５２１号公報に記載された発明の場合、軌道輪の耐摩耗性及び疲労寿命を向上させる事を目的としており、勿論、玉の表面の形状精度が経時的に劣化するのを防止出来ない。玉軸受の回転時に於ける音響特性が劣化するのを防止する為には、

軌道輪の形状精度を向上させる事も勿論必要であるが、玉の形状精度を向上させる事が遥かに重要である事は、１９６１年１０月のＳＫＦレポートＡＬ６１Ｌ０３２にも記載されている様に、従来から知られている。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

本発明の製造方法の対象となる玉軸受用玉は、外周面に内輪軌道を有する軸受鋼製の内輪又は軸と、内周面に外輪軌道を有する軸受鋼製の外輪と、上記内輪軌道と外輪軌道との間に転動自在に設けられる複数の軸受鋼製の玉とから成る玉軸受に組み込まれる。

【００１２】

特に、本発明の玉軸受用玉の製造方法は、上記各玉は、焼き入れ後に予備の焼き戻し処理を施してから荒研削を施した後、更に表面硬化処理してから焼き戻し処理を施すと共に、表面の形状精度を３μｍR_{ms}以下とする事を特徴としている。

【００１３】

【作用】

上述の様に、表面硬化処理の後に焼き戻し処理を行なった玉は、その表面の形状精度が経時的に劣化する事がない。従って、本発明の製造方法により造られた玉を組み込んだ玉軸受の場合、音響特性が経時的に劣化する事がなくなる。

又、焼き入れ後に予備の焼き戻し処理を施してから荒研削を施している為、この荒研削や上記表面硬化処理の際に亀裂等の欠損が発生する事を防止して、歩留を良好にできる。

【００１４】

【実施例】

本発明の効果を確認する為に本発明者は、次に示す様な工程で玉を造った。先ず、所定の形状に加工した玉の表面に通常の焼き入れ処理を施し、次いでこの玉に、１２５℃で１２０分の、予備の焼き戻し処理を施した。次いでこの玉に荒研削を施してから、前記特公平１－１２８１２号公報に記載された方法で表面硬化処理を施した。そして、この表面硬化処理後、１６０℃で１２０分の焼き戻し処理を施してから仕上げ研削を施して、玉軸受用玉として完成した。

【００１５】

この様にして造られた玉を、前記図１に示す様なＨＤＤ用の玉軸受３、３に組み付け、前述した従来の製造方法により造られた玉の場合と同様の測定作業により、玉の表面の形状精度とこの玉を組み込んだ玉軸受のアンデロン値との変化を測定した。この測定結果の内、形状精度（HIGH BAND ）の測定値を図４に、アンデロン値の測定値を図５に、それぞれ記載した。尚、図５（Ａ）はアンデロン値の内のMEDIUM BAND の測定値を、同図（Ｂ）はHIGH BAND の測定値を、それぞれ示している。

【００１６】

この図４～５の記載から明らかな通り、本発明の製造方法により造られた玉は、その表面の形状精度が経時的に劣化する事が殆どなく、従って、この玉を組み込んだ玉軸受の音響特性も殆ど劣化しない。これは、表面硬化処理後に焼き戻し処理を行なう事で、表面硬化処理に伴なって玉の内部に生じた残留応力が解消される為と考えられる。これに対し従来の製造方法により造られた玉は、表面硬化処理後に直ちに仕上げ研削を施す事により、玉として完成するので、上記残留応力がそのままとなり、その表面の形状精度が経時的に劣化するものと考えられる。

【００１７】

尚、本発明の効果を十分に発揮させる為には、完成後の玉の形状精度を３μｍR_{ms}以下にする事が必要である。これは、形状精度が悪い（３μｍR_{ms}を越える）玉の場合には、形状精度の経時的劣化がない代わりに、元々の形状精度並びに音響特性が悪く、本発明による効果を得られない為である。

【００１８】

即ち、本発明者は、従来の玉と同様に、焼き入れ→焼き戻し→荒研削→表面硬化処理→仕上げ研削の各工程を経て完成した、元々の表面精度が悪い比較玉を、前記図１に示す様な

ＨＤＤ用の玉軸受３、３に組み付け、前述した従来並びに本発明の製造方法により造られた玉の場合と同様の測定作業により、玉の形状精度とこの玉を組み込んだ玉軸受のアンデロン値との変化を測定した。この測定結果の内、形状精度（HIGH BAND ）の測定値を図６に、アンデロン値の測定値を図７に、それぞれ記載した。尚、図７（Ａ）はアンデロン値の内のMEDIUM BAND の測定値を、同図（Ｂ）はHIGH BAND の測定値を、それぞれ示している。

【００１９】

この図６～７の記載から明らかな通り、上記比較玉は、その形状精度が経時的に劣化する事が殆どなく、従って、この玉を組み込んだ玉軸受の音響特性も殆ど劣化しない代わりに、元々の形状精度並びに音響特性が、元々の形状精度は良好であった従来の製造方法により造られた玉の形状精度が、経時的に劣化した後の値と同じ程度である。この様な比較玉の形状精度を測定したところ、凡そ３μｍR_{ms}であった。従って、本発明の効果を十分に発揮させる為には、上述の様に、完成後の玉の形状精度を３μｍR_{ms}以下にする事が必要である。

【００２０】

次に、図８は、本発明を実施する場合に於いて、焼き入れ後、荒研削前に行なう、予備の焼き戻し処理を行なう場合に於ける、焼き戻し条件の内、焼き戻し時間ｔと、焼き戻し温度Ｔの上限値との関係を表わしている。この図８は、縦軸に焼き戻し温度Ｔを摂氏温度で表わし、横軸に分単位の焼き戻し時間ｔを、対数目盛により表わしている。

【００２１】

この図８に記載した、焼き戻し温度の上限値を表わす実線ａは、焼き戻し時間が１０～１２０分の場合、１４０℃の一定値を表わす直線部a_1となり、焼き戻し時間が１２０分を越える部分に於いては、焼き戻し時間ｔが増大するに伴なって焼き戻し温度Ｔの上限値が次第に低下する事を表わす、変曲点を持たない滑らかな曲線部a_2となっている。そしてこの曲線部a_2は、１４０℃で１２０分の点から始まり、１３０℃で３００分の点、１２０℃で１０００分の点、１１０℃で６０００分の点を通過する。

【００２２】

従って、上記予備の焼き戻し処理は、図８の斜線範囲で行なう事が好ましい。予備の焼き戻し温度が、図８に示した上限値を越えた場合、表面硬化処理並びに焼き戻し処理を行なった後に於ける玉の表面固さが低くなり過ぎる。玉の表面固さが低くなり過ぎた場合、この玉の表面に傷が付き易くなり、好ましくない。

【００２３】

尚、この予備の焼き戻し処理は、続いて行なう荒研削及び表面硬化処理の際に、玉の表面に亀裂等の欠損が発生するのを防止する為に行なう。

【００２４】

次に、図９は、本発明を実施する場合に於いて、表面硬化処理後、仕上研削前の焼き戻し処理を行なう場合に於ける、焼き戻し条件の内、焼き戻し時間ｔと、焼き戻し温度Ｔの上限値並びに下限値との関係を表わしている。この図９は、縦軸に焼き戻し温度Ｔを摂氏温度で表わし、横軸に分単位の焼き戻し時間ｔを、対数目盛により表わしている。

【００２５】

上記図９の実線ｂは、焼き戻し温度Ｔの上限値と焼き戻し時間ｔとの関係を表わしている。この実線ｂは、焼き戻し時間ｔが１０～１２０分の間では、２００℃の一定値を表わす直線部b_1となり、焼き戻し時間ｔが１２０分を越える部分に於いては、焼き戻し時間ｔが増大するに伴なって焼き戻し温度Ｔの上限値が次第に低下する事を表わす、変曲点を持たない滑らかな曲線部b_2となっている。そしてこの曲線部b_2は、２００℃で１２０分の点から始まり、１７５℃で１０００分の点、１６０℃で４０００分の点を通過する。

【００２６】

又、図９の実線ｃは、焼き戻し温度Ｔの下限値と焼き戻し時間ｔとの関係を表わしている。この実線ｃは、焼き戻し時間ｔが１０～１２０分の間では、１５０℃の一定値を表わす直線部c_1となり、焼き戻し時間ｔが１２０分を越える部分に於いては、焼き戻し時間ｔ

が増大するに伴なって焼き戻し温度Ｔの下限値が次第に低下する事を表わす、変曲点を持たない滑らかな曲線部c_2となっている。そしてこの曲線部c_2は、１５０℃で１２０分の点から始まり、１４０℃で３００分の点、１３０℃で１０００分の点、１２０℃で６０００分の点を通過する。

【００２７】

従って、上記表面硬化処理後の焼き戻し処理は、図９の斜線範囲で行なう事が好ましい。焼き戻し温度が、図９に示した上限値を越えた場合、玉の表面固さが低くなり過ぎて、この玉の表面に傷が付き易くなり、好ましくない。又、焼き戻し温度が下限値に達しなかった場合には、玉の表面硬化処理に伴なって玉の内部に生じた残留応力の解消が不完全となり、音響特性の劣化を防止する効果が不十分になる。

【００２８】

【発明の効果】

本発明の玉軸受用玉の製造方法は、以上に述べた様に、玉の表面の形状精度が経時的に劣化する事が殆どないか、あっても程度が軽く済む為、この玉を含んで構成された玉軸受を組み込んだＨＤＤやＶＴＲの性能向上を図れる。又、玉の歩留を良好にして、性能向上に伴うコスト上昇を抑える事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の製造方法の対象となる玉を備えた玉軸受を組み込んだＨＤＤ用モータの断面図。

【図２】従来の製造方法により造られた玉の表面精度が経時的に変化する状態を示す線図。

【図３】同じくアンデロン値が経時的に変化する状態を示しており、（Ａ）はMEDIUM BAND の測定値を、（Ｂ）はHIGH BAND の測定値を、それぞれ記載している。

【図４】本発明の製造方法により造られた玉の表面精度が経時的に変化する状態を示す線図。

【図５】同じくアンデロン値が経時的に変化する状態を示しており、（Ａ）はMEDIUM BAND の測定値を、（Ｂ）はHIGH BAND の測定値を、それぞれ記載している。

【図６】比較玉の表面精度が経時的に変化する状態を示す線図。

【図７】同じくアンデロン値が経時的に変化する状態を示しており、（Ａ）はMEDIUM BAND の測定値を、（Ｂ）はHIGH BAND の測定値を、それぞれ記載している。

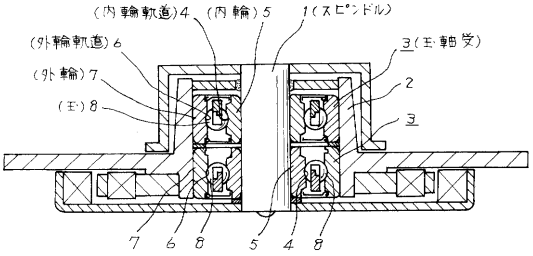
【図８】予備の焼き戻し処理の温度と時間との条件を示す線図。

【図９】表面硬化処理後に行なう焼き戻し処理の温度と時間との関係を示す線図。

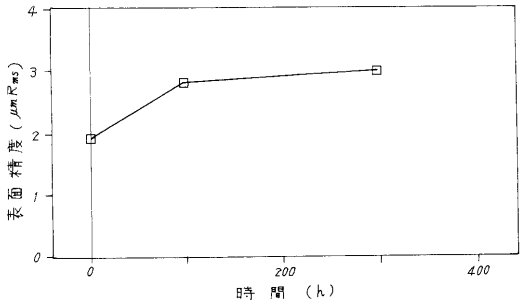
【符号の説明】

１　スピンドル
２　ハウジング
３　玉軸受
４　内輪軌道
５　内輪
６　外輪軌道
７　外輪
８　玉

【図１】

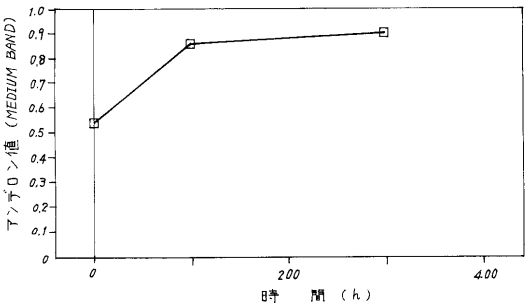


【図２】

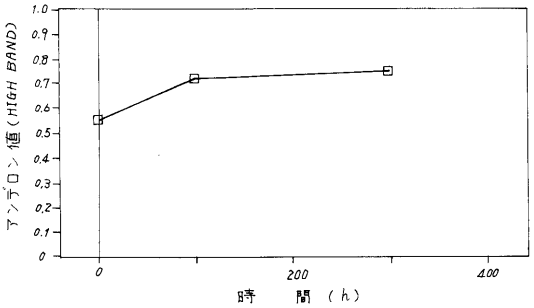


【図３】

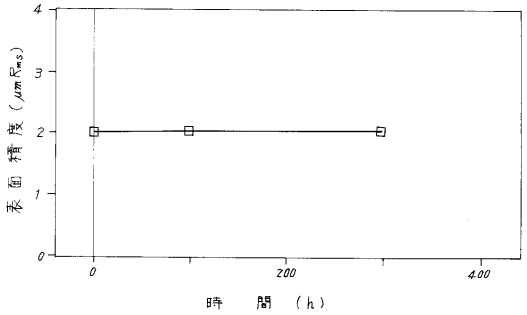
(A)



(B)

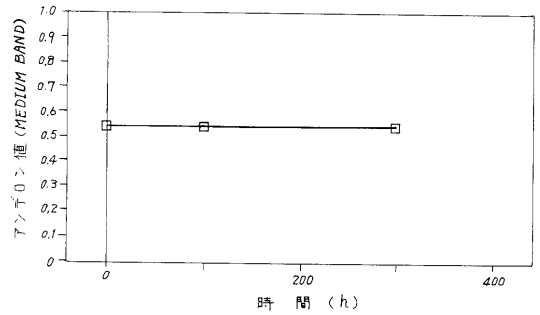


【図４】

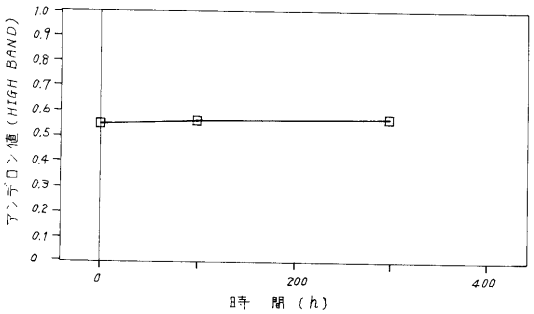


【図５】

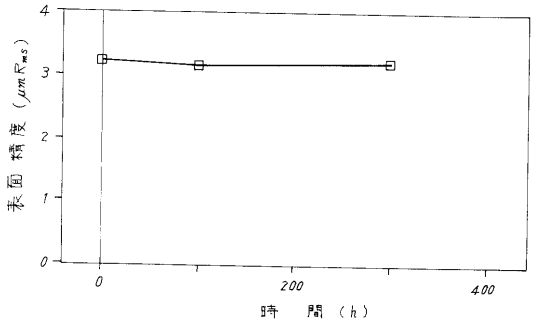
(A)



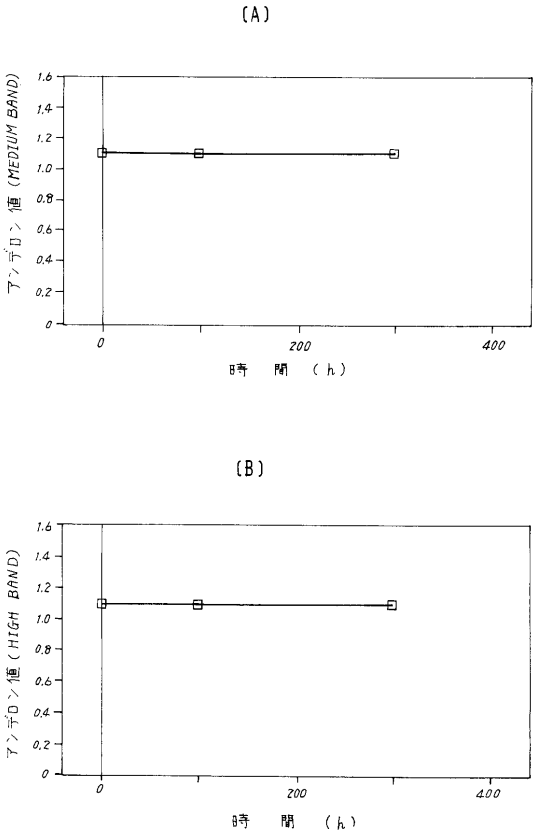
(B)



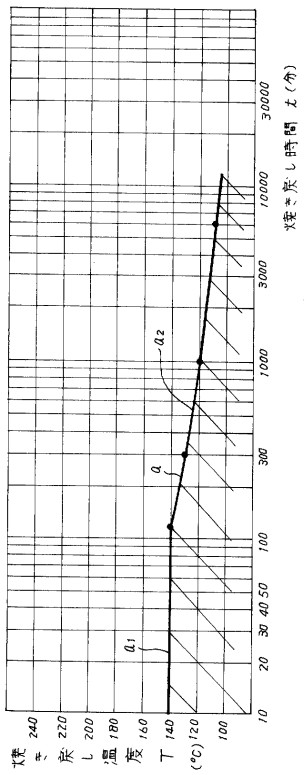
【図６】


表面精度（μmRms）
0
1
2
3
4
0
200
400
時　間（h）

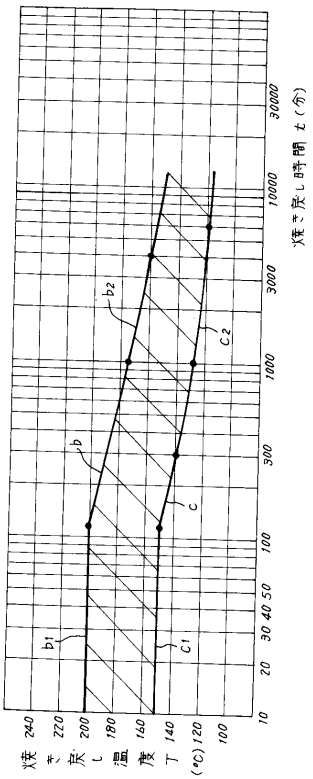
【図７】


(A)
アンテロン値（MEDIUM BAND）
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
0
200
400
時　間（h）
(B)
アンテロン値（HIGH BAND）
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
0
200
400
時　間（h）

【図８】


焼き戻し時間 t（分）
10
20
30
40
50
100
300
1000
3000
10000
30000
焼き戻し温度 T（℃）
100
120
140
160
180
200
220
240
a
a1
a2

【図９】


焼き戻し時間 t（分）
10
20
30
40
50
100
300
1000
3000
10000
30000
焼き戻し温度 T（℃）
100
120
140
160
180
200
220
240
b
b1
b2
c
c1
c2

フロントページの続き

(72)発明者　蒲　佳櫨
東京都大田区千鳥３－１６－２２　日精第一多摩川寮１０２
(72)発明者　柳瀬　克則
東京都大田区千鳥３－８－１６　日精西寮４０４
(72)発明者　小針　実
神奈川県海老名市門沢橋２０２－２
(72)発明者　高橋　英一
神奈川県平塚市東中原２－１１－２２
(72)発明者　武藤　泰之
神奈川県藤沢市鵠沼桜が岡３－１－１－２０２

合議体
審判長　中村　朝幸
審判官　綿谷　晶廣
審判官　原　賢一

(56)参考文献　特開平５－１９５０６９（ＪＰ，Ａ）
特開平４－３３３５２１（ＪＰ，Ａ）
特開平４－２５９２８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－２１８４２３（ＪＰ，Ａ）