

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3791292号
(P3791292)

(45) 発行日 平成18年6月28日(2006.6.28)

(24) 登録日 平成18年4月14日(2006.4.14)

(51) Int. Cl.

B 2 4 B 11/06 (2006.01)

F I

B 2 4 B 11/06

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2000-80393 (P2000-80393)	(73) 特許権者	000004204
(22) 出願日	平成12年3月22日(2000.3.22)		日本精工株式会社
(65) 公開番号	特開2001-259981 (P2001-259981A)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(43) 公開日	平成13年9月25日(2001.9.25)	(74) 代理人	100125254
審査請求日	平成15年12月10日(2003.12.10)		弁理士 別役 重尚
		(74) 代理人	100118278
			弁理士 村松 聡
		(74) 代理人	100138922
			弁理士 後藤 夏紀
		(74) 代理人	100136858
			弁理士 池田 浩
		(74) 代理人	100135633
			弁理士 二宮 浩康
		(74) 代理人	100081880
			弁理士 渡部 敏彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 球体研磨装置の環状溝成形方法及び環状溝成形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定盤支持体と回転盤支持体とを球体研磨装置本体内の所定位置に配し、第1の切削工具を前記回転盤支持体に装着すると共に、平板形状の固定盤を前記第1の切削工具と対向状に前記固定盤支持体に装着し、前記回転盤支持体を回転させながら前記第1の切削工具を軸心方向及び径方向に移動させることにより前記固定盤に同心円状の複数の第1の環状溝を成形し、次いで、平板形状の回転盤を前記固定盤と対向状に前記回転盤支持体に装着し、前記第1の環状溝が成形された前記固定盤と前記平板形状の回転盤との間に球体を挟持・転走させることにより、前記第1の環状溝の軌跡を前記回転盤に転写して該回転盤に転写溝を成形し、次に、第2の切削工具を前記第1の環状溝が成形された前記固定盤に装

10

【請求項2】

球体研磨装置本体に設けられ、固定盤が非回転状態で装着された固定盤支持体と、前記球体研磨装置本体に回転可能に設けられた回転盤支持体とを備える環状溝形成装置において、

前記回転盤支持体に前記固定盤と対向状に装着され、前記回転盤支持体とともに回転しながら前記回転盤支持体の軸心方向及び径方向に移動することにより、前記固定盤に同心円状の複数の第1の環状溝を成形する第1の切削工具と、

前記固定盤に径方向に移動可能に装着され、前記回転盤支持体の回転により、前記第1

20

の切削工具に代えて前記回転盤支持体に装着される回転盤に、前記複数の第1の環状溝の軌跡に基いて同心円状の複数の第2の環状溝を成形する第2の切削工具とを有することを特徴とする環状溝形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は球体研磨装置の環状溝成形方法及び環状溝成形装置に関し、より詳しくは、転がり軸受の転動体等に使用される球体を研磨加工する球体研磨装置において、研磨加工の際に前記球体を案内するための環状溝成形方法及び環状溝成形装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、転がり軸受の転動体等に使用される球体の研磨加工は、図12に示すような球体研磨装置を使用して行われることが知られている。

【0003】

すなわち、該球体研磨装置は、同心円状に複数の環状溝101が対向状に成形された2個の研磨盤（回転盤102及び固定盤103）と、球体104が収容されたコンペア105とを備え、コンペア105を矢印b方向に回転させながら、矢印a方向に回転駆動する回転盤102と固定盤103との間に球体104を搬送・供給し、球体104を両盤の環状溝101間に所定の加圧力で挟持しながら転走させることにより、球体104に研磨加工を施している。

【0004】

ところで、この種の球体研磨装置で高精度な球体加工を行うためには上述した環状溝101の溝深さが深いのが好ましく、所望の高精度な研磨加工を施すためには被加工物である球体104の球径の20%～40%の溝深さが必要とされている。

【0005】

そして、従来より、上記環状溝は、予め別途旋盤等により溝加工を施して成形するか、或いは特開平10-44008公報に開示されているように、平板形状の固定盤を研磨装置本体に装着すると共に、回転盤支持体に切削工具を装着し、該切削工具を使用して該固定盤に切削加工を施し、これにより、まず、固定盤に環状溝を成形し、その後、所謂「盤ならし加工」を施すことにより回転盤に環状溝を成形している。すなわち、回転盤側の環状溝は、固定盤に環状溝を成形した後、所定の加圧力でもって固定盤と回転盤との間に球体を挟持し、遊離砥粒を援用しながら回転盤を回転させて球体を転走させることにより成形している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したように別途溝加工を施して研磨盤（回転盤102及び固定盤103）に環状溝を成形した場合、該研磨盤を研磨装置本体に装着しても溝加工時の加工誤差や取付誤差等により、図13に示すように、回転盤102の環状溝101の中心線cと球体104の軸回転の中心線cとが一致しなかったり、或いは双方の環状溝101同士的位置が完全な対向位置とはならず、位置誤差tが生じる。したがって、このような状態で球体研磨を行うと環状溝101の形状が摩滅により変形したり、或いは球体104と環状溝101との間の接触状態不良や回転盤102の回転精度が低下し、高精度な研磨加工を施すことが困難であるという問題点があった。

【0007】

また、上記特開平10-44008公報に開示された環状溝の成形方法では、固定盤を研磨装置本体に装着して固定盤に所望溝深さの環状溝を形成し、その後、盤ならし加工を行うことにより平板形状の回転盤にも徐々に環状溝を形成しており、したがって固定盤及び回転盤を共に装置本体に装着した状態で環状溝を成形しているため、上述のような加工誤差や取付誤差による不具合は生じないが、回転盤側の環状溝を成形するためには球体を長時間に亘って、固定盤と回転盤との間に挟持させて転走させなければならず、したがって

10

20

30

40

50

所望の環状溝を得るためには非常な長時間を要するという問題点があった。

【0008】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、高精度な研磨加工を施すことのできる研磨加工用環状溝を短時間で得ることのできる球体研磨装置の環状溝成形方法及び環状溝成形装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明に係る球体研磨装置の環状溝成形方法は、固定盤支持体と回転盤支持体とを研磨装置本体内の所定位置に配し、第1の切削工具を前記回転盤支持体に装着すると共に、平板形状の固定盤を前記第1の切削工具と対向状に前記固定盤支持体に装着し、前記回転盤支持体を回転させながら前記第1の切削工具を軸心方向及び径方向に移動させることにより前記固定盤に同心円状の複数の第1の環状溝を成形し、次いで、平板形状の回転盤を前記固定盤と対向状に前記回転盤支持体に装着し、前記第1の環状溝が成形された前記固定盤と前記平板形状の回転盤との間に球体を挟持・転走させることにより、前記第1の環状溝の軌跡を前記回転盤に転写して該回転盤に転写溝を成形し、次に、第2の切削工具を前記第1の環状溝が成形された前記固定盤に装着し、前記転写溝に基いて前記回転盤に同心円状の複数の第2の環状溝を成形することを特徴としている。

また、上記目的を達成するために、請求項2記載の環状溝成形装置は、球体研磨装置本体に設けられ、固定盤が非回転状態で装着された固定盤支持体と、前記球体研磨装置本体に回転可能に設けられた回転盤支持体とを備える環状溝成形装置において、前記回転盤支持体に前記固定盤と対向状に装着され、前記回転盤支持体とともに回転しながら前記回転盤支持体の軸心方向及び径方向に移動することにより、前記固定盤に同心円状の複数の第1の環状溝を成形する第1の切削工具と、前記固定盤に径方向に移動可能に装着され、前記回転盤支持体の回転により、前記第1の切削工具に代えて前記回転盤支持体に装着される回転盤に、前記複数の第1の環状溝の軌跡に基いて同心円状の複数の第2の環状溝を成形する第2の切削工具とを有することを特徴とする。

【0010】

上記環状溝成形方法によれば、回転盤支持体に装着された第1の切削工具を使用して固定盤に第1の環状溝を成形し、次いで、該第1の環状溝の軌跡を回転盤に転写して該回転盤に転写溝を成形し、その後転写溝に基づいて第2の環状溝を回転盤に成形しているので、第1の環状溝の軌跡が転写された転写溝に基づいて第2の環状溝が成形されることにより、第1及び第2の環状溝は完全に対向する位置に成形され、加工誤差や取付誤差が生じることもない。しかも、第2の切削工具により転写溝に基づいて前記第2の環状溝を成形しているので、転写溝の成形を溝深さが比較的浅い段階で終了し、引き続いて第2の切削工具により第2の環状溝を成形することにより、長時間の「盤ならし加工」が不要となり、短時間で所望の深さの環状溝を成形することができる。

【0011】

また、上記環状溝成形方法及び環状溝成形装置において、第2の切削工具の切削部の先端形状は被加工物である球体の球形に対応した形状とするのが好ましい。すなわち、前記切削部を斯かる形状とすることにより、より短時間で容易に所望形状の第2の環状溝を成形することができる。

【0012】

さらに、切削部が矩形又はV字状とされた第3の切削工具を使用し、第1の環状溝又は第2の環状溝を成形した後、これら環状溝の少なくとも一方の環状溝の底部に凹所を成形するのも好ましい。すなわち、第1の環状溝又は第2の環状溝の少なくとも一方の環状溝の底部に凹所を成形することにより、環状溝に供給される球体と環状溝とのマッチングが不良となったときでも凹所が所謂「逃げ」の作用を呈することとなり、球体の研磨精度が低下するのを防止することができる。

【0013】

また、第1及び第2の切削工具のうちの少なくとも一方の切削工具を被加工物（球体）の

10

20

30

40

50

形状に対応した形状対応部を有すると共に、その先端を矩形状又はV字状とすることにより、前記第3の切削工具を別途使用することなく凹所を有する第1の環状溝又は第2の環状溝を得ることができる。

【0014】

さらに、上記第1又は第2の環状溝のいずれか一方の環状溝において、環状溝間に形成される平面部が段差を有するように前記第1の切削工具又は第2の切削工具を使用して前記平面部に切削加工を施すのも好ましい。すなわち、平面部間に段差を設けることにより、球体には摩擦力の差に起因してスピンの生じ、これにより球体の自転軸が傾斜し、短時間で球体の全表面が万遍なく研磨され、加工精度と作業効率の向上を図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳説する。

【0016】

図1は本発明に係る球体研磨装置の環状溝成形方法の一実施の形態を示す工程図であって、該環状溝成形方法は、固定盤1に第1の環状溝2を成形する第1の環状溝成形工程(I)と、第1の環状溝2の溝軌跡を回転盤3に転写して転写溝4を成形する転写溝成形工程(II)と、前記転写溝4に基づき回転盤3に第2の環状溝5を成形する第2の環状溝成形工程(III)と、「盤ならし加工」を行う仕上げ工程(IV)とからなり、これら第1及び第2の環状溝2、5は、研磨装置本体上で行われる。

【0017】

すなわち、第1の環状溝成形工程では、図1(I)に示すように、研磨装置本体内に配設された回転盤支持体7に第1の切削工具6を装着すると共に、平板形状の固定盤1を固定盤支持体8に装着して該固定盤支持体8を前記第1の切削工具6と対向状に配する。次いで、回転盤支持体7を回転させながら軸方向に所定量移動させることにより固定盤1を第1の切削工具6で切削し、第1の環状溝2を成形する。そしてその後、第1の切削工具6を所定量だけ径方向に移動させて上述の処理を繰り返し、複数の第1の環状溝2を固定盤1上に同心円状に成形する。

【0018】

次に、転写溝成形工程では、図1(II)に示すように、平板形状の回転盤3を固定盤1と対向するように回転盤支持体7に装着し、第1の環状溝2が成形された固定盤1と前記回転盤3との間に被加工物と同一形状の球体10を挟持・転走させ、矢印Aに示すように、前記第1の環状溝2の軌跡を回転盤3に転写させて該回転盤3に転写溝4を成形する。

【0019】

次に、第2の環状溝成形工程では、図1(III)に示すように、先端部が前記球体の球形形状に対応した形状とされた第2の切削工具11を第1の環状溝2が成形された固定盤1に装着し、前記転写溝4に基づいて切削加工を行い、同心円状の複数の第2の環状溝5を回転盤3に成形し、その後第2の切削工具11を転写溝4の溝ピッチに対応する所定量だけ径方向に移動させて上述の処理を繰り返し、複数の第2の環状溝5を回転盤3上に同心円状に成形する。

【0020】

そして最後に、仕上げ工程では、図1(IV)に示すように、被加工物と同一形状の球体10を使用して「盤ならし加工」を行い、これにより環状溝同士が完全に互いの対向する位置に成形された研磨盤(固定盤1及び回転盤3)が製造される。

【0021】

このように本実施の形態では、球体研磨装置の研磨装置本体内に固定盤支持体8及び回転盤支持体7を配した状態で固定盤1及び回転盤3に夫々第1及び第2の環状溝2、5を成形しており、以下、上記環状溝成形方法を具体的に説明する。

【0022】

まず、前記第1及び第2の環状溝2、5を成形するための球体研磨装置について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

図 2 は上記球体研磨装置の縦断面図である。

【 0 0 2 4 】

同図において、12 は基台であって、該基台 12 上には固定盤支持体 8 及び回転盤支持体 7 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

そして、固定盤支持体 8 には固定盤 1 が装着されると共に、回転盤支持体 7 には回転盤 3 が前記固定盤 1 と対向状に装着されている。

【 0 0 2 6 】

また、回転盤支持体 7 は、第 1 の回転軸 13 と一体的に形成されると共に、スプライン機構 14 を介して第 2 の回転軸 15 に連設され、かつ第 2 の回転軸 15 の基端にはプーリ 16 が固着されている。そして、プーリ 16 はベルト（不図示）を介してモータ（不図示）に接続され、該モータを駆動することにより該モータからの動力が第 2 の回転軸 15 及び第 1 の回転軸 13 に伝達され、回転盤支持体 7 を介して回転盤 3 が回転する。

【 0 0 2 7 】

また、第 1 の回転軸 13 は、転がり軸受 17 a、17 b を介して略円筒形状の案内体 18 に回転可能に支持されると共に、第 2 の回転軸 15 は、転がり軸受 19 a、19 b を介して基台 12 の側面に配設された略円筒形状の支持部材 20 に回転可能に支持されている。

【 0 0 2 8 】

また、支持部材 20 の円周方向には複数個のシリンダ 21 が配設されると共に、該シリンダ 21 からはピストンロッド 22 が伸縮可能に突設され、かつ該ピストンロッド 22 の先端は案内体 18 の平面部に固着されている。さらに、シリンダ 21 内の油圧室は不図示の油圧回路に接続され、油圧を介してピストンロッド 22 を伸縮させることにより、案内体 18、第 1 の回転軸 13 及び回転盤支持体 7 が一体となって矢印 B 方向（軸方向）に往復運動する。すなわち、案内体 18 は、不図示の案内スライド機構により矢印 B 方向に往復運動可能に構成されており、ピストンロッド 22 を伸縮させることにより回転盤 3 は矢印 B 方向に往復運動する。

【 0 0 2 9 】

このように構成された球体研磨装置においては、球体 10 を固定盤 1 と回転盤 3 との間に挟持し、油圧を介してピストンロッド 22 の伸縮量を制御することにより加圧力を調整し、これにより多数の球体 10 に研磨加工を施すことができる。

【 0 0 3 0 】

次に、上記球体研磨装置の環状溝成形方法について、各工程を順次説明する。（Ⅰ）第 1 の環状溝成形工程

図 3 は第 1 の環状溝成形用に組み替えた球体研磨装置の要部縦断面図である。

【 0 0 3 1 】

同図において、固定盤支持体 8 にはメタルボンドのダイヤモンド砥石からなる固定盤 1 が装着されると共に、回転盤支持体 7 には、回転盤 3 に代えて、第 1 の切削工具 6 が装着される。すなわち、回転盤支持体 7 には、断面 L 字状の工具取付台 23 が不図示のボルト等を介して前記固定盤 1 と対向状に固着され、さらに、前記工具取付台 23 にはダイヤモンドバイトからなる切削部 24 を有する第 1 の切削工具 6 が矢印 C 方向に往復運動可能に取り付けられている。

【 0 0 3 2 】

具体的には、工具取付台 23 には係合溝 23 a が形成されており、第 1 の切削工具 6 の基端に設けられた係合溝 6 a が前記係合溝 23 a に係合されている。また、第 1 の切削工具 6 の略中央部には雌ネジ部が内設されており、該雌ネジ部は工具取付台 23 の底部 23 b によって支持されるネジ棒 25 に螺着されている。そして、ネジ棒 25 の基端には摘み部 26 が設けられており、該摘み部 26 を回動させることにより第 1 の切削工具 6 を矢印 C 方向に往復運動可能としている。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

また、回転盤支持体 7 の中央部には孔 2 7 が貫設されると共に、第 1 の回転軸 1 3 からは杆状の受け部材 2 8 が突設されている。また、固定盤支持体 8 には孔 2 9 が形成されており、所定軸長を有する杆状のストッパ 3 0 が軸受部 3 1 を介して固定盤支持体 8 に回転可能且つ矢印 D 方向に往復運動可能に支持されている。そして、受け部材 2 8 の先端面とストッパ 3 0 の先端面とは互いに対向し、ストッパ 3 0 の先端面を受け部材 2 8 の先端面に当接させることにより、第 1 の環状溝 2 の溝深さを制御できるように構成されている。

【 0 0 3 4 】

具体的には、ストッパ 3 0 の基端部は、静圧軸受 3 2 を介してネジ軸 3 3 の先端部に接続されている。該ネジ軸 3 3 は、例えばボールネジからなり、ボールネジのナット 3 4 を介して固定盤支持体 8 に回転自在に支持されている。また、ネジ軸 3 3 の基端部には平歯車 3 5 が固定され、さらに該平歯車 3 5 はピニオン歯車 3 6 に噛合されている。尚、該ピニオン歯車 3 6 は、固定盤支持体 8 に付設されたブラケット 3 7 により回転自在に支持され、サーボモータ 3 8 により回転駆動する。すなわち、サーボモータ 3 8 を正逆回転させることにより、ピニオン歯車 3 6、平歯車 3 5、ネジ軸 3 3 及び静圧軸受 3 2 を介して、ストッパ 3 0 を矢印 D 方向に位置調節できるようになっている。

10

【 0 0 3 5 】

このようにして固定盤 1 に成形される第 1 の環状溝 2 の溝深さは、サーボモータ 3 8 により位置調整されたストッパ 3 0 が第 1 の回転軸 1 3 に突設された受け部材 2 8 に当接することにより決定されることとなる。

【 0 0 3 6 】

尚、静圧軸受 3 2 は、ストッパ 3 0 とネジ軸 3 3 とを、夫々単独回転可能となるようにカップリング部材 3 9 を有しており、また該カップリング部材 3 9 には作動油流出孔 3 9 a が穿設され、静圧軸受 3 2 には、不図示のポンプにより作動液が供給できるようになっている。

20

【 0 0 3 7 】

すなわち、ネジ軸 3 3 の中央部には作動液供給路 4 0 が貫設され、その一端部はカップリング部材 3 9 内に開放されると共に、その他端部は回転継手 4 1、ホース 4 2 を介してダイヤフラム型制御絞り部 4 3 の流出口 4 3 a に接続されている。該ダイヤフラム型制御絞り部 4 3 の流入口 4 3 b は、前記ポンプの吐出口に接続され、該ポンプの吸入口は不図示の作動液タンクに接続されている。尚、ダイヤフラム型制御絞り部 4 3 は、基台 1 2 の端面に固着されている。

30

【 0 0 3 8 】

そして、作動液タンク内の作動油がポンプによりダイヤフラム型制御絞り部 4 3 の流入口 4 3 b に供給されると、該ダイヤフラム型制御絞り部 4 3 により、ストッパ 3 0 とネジ軸 3 3 との対向面間の隙間 が一定に保たれるように作動液の圧力が自動的に絞られ、その作動液は流出口 4 3 a からホース 4 2、回転継手 4 1 及び作動液供給路 4 0 を順次介して静圧軸受 3 2 のカップリング部材 3 9 内に供給される。カップリング部材 3 9 内に供給された作動液は、カップリング部材 3 9 の作動液流出孔 3 9 a から図示しない作動液回収回路を介して前記作動液タンク内に回収される。

【 0 0 3 9 】

このように組み替えられた球体研磨装置においては、以下のようにして第 1 の環状溝 2 が成形される。

40

【 0 0 4 0 】

すなわち、まず摘み部 2 6 を操作してネジ棒 2 5 を正逆回転させることにより、第 1 の切削工具 6 を矢印 C 方向に移動させ切削部 2 4 を初期位置に設定する。尚、切削部 2 4 の設定位置は、固定盤 1 を固定盤支持体 8 に装着する前に印 (マーク) を付しておいてもよく、また、固定盤 1 を固定盤支持体 8 に装着した後にスケール等で測定して設定してもよい。

【 0 0 4 1 】

次に、切削部 2 4 の初期位置、受け部材 2 8 の先端位置、及び第 1 の環状溝 2 の設定溝深

50

さに基づいてサーボモータ38を駆動させ、ストッパ30の位置を調整する。

【0042】

ここで、第1の環状溝2の溝深さは、ハードディスクドライブ(以下、「HDD」という)用軸受のような高精度な研磨加工を得るためには、球体10の球径の20~40%に設定するのが好ましい。

【0043】

次いで、回転盤支持体7を回転させながら該回転盤支持体7を固定盤方向に移動させる。これにより、第1の切削工具6は回転盤支持体7と一体となって回転しながら固定盤1に近接し、固定盤1は前記第1の切削工具6の切削部24により切削加工が施され、ストッパ30と受け部材28とが当接することにより、1本の第1の環状溝2の成形が終了する。

10

【0044】

このようにして1本の第1の環状溝2が成形されると、次いで、不図示のダイヤルゲージ等で測定しながら第1の切削工具6を所定量だけ矢印C方向に移動させて切削部24の位置を調整し設定した後、上述と同様の切削加工を繰り返し、第1の環状溝2を同心円状に成形する。

【0045】

以下、上述の処理を所定回数繰り返すことにより、所定本数の複数の第1の環状溝2を同心円状に成形する。

【0046】

このように本実施の形態によれば、回転盤支持体7の第1及び第2の回転軸13、15と同軸を使って切削加工を施しているため、回転盤支持体7の回転中心との偏心を生じることなく第1の環状溝2を成形することができる。

20

【0047】

尚、本実施の形態においては、回転盤支持体7には、第1の切削工具6等、該回転盤支持体7の装着物に対するバランスウエイトを取り付けることが望ましい。

【0048】

(II) 転写溝成形工程

転写溝成形工程では、まず、図3に示す球体研磨装置から、第1の切削工具6等の回転盤支持体7への装着物やストッパ30等の固定盤支持体8に組み込まれた部材を除去し、メタルボンドのダイヤモンド砥石からなる平板形状の回転盤3を回転盤支持体7に装着する(図2参照)。そして、この状態で回転盤3と固定盤1との間に被加工物と同一形状の球体10を供給し、該球体10を回転盤3と固定盤1との間に挟持させながら第1の回転軸13と連動するモータ(不図示)を駆動させて回転盤3を回転させる。そして、遊離砥粒を援用しながら球体10を第1の環状溝2内で転走させ、これにより第1の環状溝2の溝軌跡を回転盤3側に転写し該回転盤3に転写溝4を成形する。

30

【0049】

ここで、溝深さとしては、転写溝成形工程を早期に終了して全工程時間の短縮化を図るためには球体10の球径の2%~10%程度となるようにするのが好ましい。その理由は、転写溝4の溝深さが球径の2%以下の場合には溝軌跡が不明瞭となって明確に認識できないため、後述の第2の環状溝5の加工精度が低下し、一方、転写溝4の溝深さが球径の10%以上となるまで球体10を挟持・転走させると転写溝4の成形に長時間を要するからである。

40

【0050】

すなわち、高精度な研磨加工を行うためには、回転盤3にも第1の環状溝2と同様、球体10の球径の20%~40%程度の溝深さを有する第2の環状溝5を成形する必要があるが、この転写溝成形工程では、球体10の球径の2~10%程度の浅い溝を、遊離砥粒の援用下、短時間で成形し、次工程に移る。

【0051】

(III) 第2の環状溝成形工程

50

続く第2の環状溝成形工程では、まず、球体研磨装置を第2の環状溝成形用に組み替える。

【0052】

図4は第2の環状溝成形用に組み替えた球体研磨装置の要部正面図であり、図5は図4のX-X矢視図である。

【0053】

図4及び図5において、固定盤1には、球体10を供給・排出するための切欠部44が設けられており、該切欠部44にスライド機構45が取り付けられている。

【0054】

スライド機構45は、具体的には支持部材46がボルト47を介してベース48に立設され、さらに支持部材46には第1の把持部49aを有する位置調整部材49が挿通されると共に、該位置調整部材49にはスライド部材50が係合されている。そして、スライド部材50の基端には第2の把持部51が螺合されると共に、先端には第2の切削工具11が固着されている。そして、該第2の切削工具11の先端には被加工物である球体10の半径と同一径のR寸法を有するダイヤモンドバイトからなる切削部52が設けられている。また、スライド部材50には位置測定器53が連設されると共に、該位置測定器53は杆状支持部材54に係合されている。

10

【0055】

そして、該スライド機構45においては、第1の把持部49aを操作することによりスライド部材50は矢印D方向に移動し、第2の把持部51を操作することによりスライド部材50は矢印E方向に移動する。

20

【0056】

また、スライド機構45の上方には拡大鏡55が配設されている。すなわち、該拡大鏡55は、方向を自在に変更することのできる支持部材56を介して固定盤支持体8に取り付けられている。

【0057】

ここで、拡大鏡55の倍率としては10～100倍のものを使用するのが好ましい。その理由は、拡大鏡55の倍率が10倍以下であると第2の切削工具11の位置を正確に所望位置に設定するのが困難となり、一方、拡大鏡55の倍率が100倍を超えると視野が狭くなり且つ焦点を合わせるのが困難になるからである。

30

【0058】

また、回転盤3及び回転盤支持体7の中央部に貫設されている孔には第3の回転軸57が挿通されており、該第3の回転軸57の基端は第1の回転軸13と一体となって回転可能となるように該第1の回転軸13に接続されると共に、その先端には半円形状の突起部58が形成されている。また固定盤支持体8には超硬合金製の雄ネジ部を有するストッパ59がナット60を介して螺着されている。

【0059】

このようにスライド機構45、拡大鏡55及び第3の回転軸57が組み込まれた球体研磨装置においては、第1の把持部49aを操作し位置測定器53で矢印D方向のスライド部材50の位置調整を行い、さらに、拡大鏡55を使用し、図6(a)に示すように、転写溝4のR形状の底部と切削部52のR形状の先端とが対応するように第2の把持部51を操作し、第2の切削工具11の初期位置を決定する。また、第2の環状溝5の溝深さが所定量に到達すると第3の回転軸57の突起部58がストッパ59に当接するようにナット60を回転させてストッパ59の位置を調整する。

40

【0060】

このようにしてスライド部材50の初期位置及びストッパ59の位置の設定が終了した後、回転盤3を回転させながら案内スライド機構により突起部58がストッパ60に当接するまで回転盤3を固定盤1方向に移動させ、図6(b)に示すように第2の環状溝5を成形する。

【0061】

50

次に、固定盤 1 に成形されている第 1 の環状溝 2 と同一の溝ピッチ分だけ、上述と同様、第 1 及び第 2 の把持部 49 a、50 を操作してスライド部材 50 を移動させ、切削部 52 による同様の切削加工を行う。

【0062】

以下、上述の処理を所定回数繰り返すことにより、同心円状の複数の第 2 の環状溝 5 を成形する。

【0063】

このように本実施の形態によれば、第 1 の環状溝 2 を転写した転写溝 4 に基づいて回転盤 3 に第 2 の環状溝 5 を成形するので、固定盤 1 の第 1 の環状溝 2 と完全に対向して位置ずれの生じない第 2 の環状溝 5 を回転盤 3 に成形することができ、また、転写溝 4 の成形を溝深さが比較的浅い段階で終了し、引き続き第 2 の切削工具 11 により第 2 の環状溝を成形することにより、短時間で所望の深さの環状溝を成形することができ、もって高精度な研磨加工を施すことのできる第 1 の環状溝 2 及び第 2 の環状溝 5 を短時間で得ることができる。

10

【0064】

尚、切削部 52 の先端が摩耗して所謂「R崩れ」を起こさないためには十分に低い切削速度（例えば、5 m/min）で行うのが好ましく、またミスト状切削油を使用するのが好ましい。

【0065】

(IV) 仕上げ工程

次に、球体研磨装置を図 2 の状態に戻し、被加工物と同一形状の球体 10 を使用して「盤ならし加工」を行い、切削痕を除去し、第 1 及び第 2 の環状溝 2、5 の成形を終了する。

20

【0066】

そしてこの後、回転盤 1 及び固定盤 3 を研磨装置本体から取り外すことなく、被加工物である球体 10 の研磨加工が行なうことにより、所望の高精度な真円度を有する球体 10 を得ることができる。

【0067】

このように本実施の形態では、研磨装置本体上で固定盤 1 及び回転盤 3 の双方に夫々第 1 及び第 2 の環状溝 2、5 を成形しているので、回転盤 3 と固定盤 1 との環状溝の中心、及び球体 10 の回転中心とが完全に一致し、しかも所望深さの環状溝を成形することができるので、例えば HDD 等のコンピュータ関連機器に使用される玉軸受用転動体のように極めて高精度な加工精度の要求される球体に対しても好適した球体研磨装置を得ることができる。

30

【0068】

図 7 は本発明の第 2 の実施の形態の要部を模式的に示した図であって、本第 2 の実施の形態では、上記第 1 の実施の形態に示すような第 2 の環状溝 5 を成形した後、第 2 の切削工具 11 に代えて、図 7 (a) に示すように、先端部 61 が矩形状に形成された第 3 の切削工具 62 を使用し、図 7 (b) に示すように、第 2 の環状溝 5 の底部に前記切削部 61 の形状に対応した凹状のステッキ溝 63 を成形している。

【0069】

すなわち、第 1 及び第 2 の環状溝 2、5 間に供給される球体と環状溝とのマッチングが不良等となった場合は、図 8 に示すように環状溝 5 の底部 5 a のみで球体 10 が研磨加工されるため、真円度の低い三角形の等径ひずみ球に研磨加工される場合がある。このため、従来では、環状溝の低部が矩形状のステッキ溝や V 溝を有する研磨盤と交換していた。

40

【0070】

そこで、本第 2 の実施の形態では、第 2 の環状溝 5 を成形した後、第 2 の切削工具 11 を第 3 の切削工具 62 に取り替え、該第 3 の切削工具 62 で回転盤 3 に切削加工を施すことにより第 2 の環状溝 5 の底部に凹所としてのステッキ溝 63 を形成し、これによりステッキ溝 63 が「逃げ」（ポケット）としての作用をなすこととなり、球体 10 の全表面が確

50

実に研磨され、所望の研磨加工を行うことができる。

【0071】

尚、上記第2の実施の形態では第2の環状溝5にステッキ溝を成形しているが、上記ステッキ溝を第2の環状溝5側に成形するのに代えて、第1の環状溝2側に成形してもよく、或いは第1の環状溝2及び第2の環状溝5の双方に成形してもよい。また、凹所の形状としてはステッキ溝に代えてV溝としてもよい。すなわち、第3の切削工具62の切削部61をV字状とし、V溝を成形するようにするのも好ましい。

【0072】

図9は第3の実施の形態の要部を模式的に示した図であって、本第3の実施の形態では、第1の実施の形態に示した第2の切削工具11に代えて、図に示すような第2の切削工具64を使用して第2の環状溝5を成形している。

10

【0073】

すなわち、上記第2の切削工具64は、切削部65が被加工物である球体10の球径と同一のR寸法とされたR部66を有すると共に先端には矩形部67が突設されている。

【0074】

そして、これにより第2の実施の形態に示した第2の環状溝5（図7(b)参照）の成形工程を2回に分けることなく一度に行うことができる。

【0075】

また、図示は省略するが、第1の環状溝2の底部に凹所を成形する場合も、第1の切削工具6を改良することにより同様に成し得るのはいうまでもない。

20

【0076】

図10は本発明の第4の実施の形態を模式的に示した図であって、本第4の実施の形態では、環状溝間の平面部68に段差Lが形成されるように第2の切削工具11を使用して平面部68を切削加工している。すなわち、図11に示すように、球体10の自転軸Yが軸芯方向に対して常に90°を成している場合は、球の極の環状溝2、5の溝部69a~69dに当たらずに1周するため、研磨されない部分が生じて所望の研磨精度を得るには長時間を要し、また研磨速度を上げると真円度の低下を招来する虞が生じる。

【0077】

そこで、本第4の実施の形態では、平面部間で段差Lを形成することにより、摩擦力の差に起因したスピンを球体10に生じさせ、これにより球体10の自転軸YがYの位置に傾斜可能として自転軸の向きの変化を誘発し、因って短時間で球体の全表面が万遍なく研磨され、加工精度と作業効率の向上を図ることができる。

30

【0078】

また、上記第4の実施の形態では、第2の環状溝5間の平面部68を切削しているが、第1の環状溝2間の平面部68を切削するようにしてもよい。

【0079】

尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。上記実施の形態では図2に示す球体研磨装置を使用して第1及び第2の環状溝2、5を成形しているが、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で、研磨装置本体上で第1及び第2の環状溝2、5を成形することができる球体研磨装置であればよく、図2に示すような構造の球体研磨装置に限定されるものではない。

40

【0080】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明に係る球体研磨装置の環状溝成形方法によれば、固定盤支持体と回転盤支持体とを研磨装置本体内の所定位置に配し、第1の切削工具を回転盤支持体に装着すると共に、平板形状の固定盤を第1の切削工具と対向状に固定盤支持体に装着し、回転盤支持体を回転させながら第1の切削工具を軸心方向及び径方向に移動させることにより固定盤に同心円状の複数の第1の環状溝を成形し、次いで、平板形状の回転盤を固定盤と対向状に回転盤支持体に装着し、第1の環状溝が成形された固定盤と平板形状の回転盤との間に球体を挟持・転走させることにより、第1の環状溝の軌跡を回転盤に転写

50

して該回転盤に転写溝を成形し、次に、第2の切削工具を第1の環状溝が成形された固定盤に装着し、転写溝に基いて回転盤に同心円状の複数の第2の環状溝を成形するので、研磨装置本体上で第1及び第2の環状溝が成形されることとなり、したがって回転盤と固定盤との環状溝の中心、及び被加工物である球体の回転中心とが完全に一致し、しかも第2の切削工具を使用することにより所望の溝深さを有する第2の環状溝を短時間で成形することができ、もって高精度な研磨加工を施すことのできる研磨加工用環状溝を短時間で得ることができる。したがって、例えばHDD等のコンピュータ関連機器に使用される玉軸受用転動体のように極めて高精度な加工精度の要求される球体に対しても好適した球体研磨装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】本発明に係る球体研磨装置の環状溝成形方法の一実施の形態を示す工程図である。

【図2】球体研磨装置の一例を示す縦断面図である。

【図3】固定盤に環状溝（第1の環状溝）を成形する場合の球体研磨装置の要部断面図である。

【図4】回転盤に環状溝（第2の環状溝）を成形する場合の球体研磨装置の概略正面図である。

【図5】図4のX-X矢視図である。

【図6】第2の環状溝の成形方法を説明する図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態を模式的に示した図である。

20

【図8】環状溝に供給される球体と環状溝とのマッチングが不良となった場合の問題点を説明するための図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態を模式的に示した図である。

【図10】本発明の第4の実施の形態を模式的に示した図である。

【図11】球体の自転軸と研磨状態の関係を説明するための図である。

【図12】球体研磨装置による研磨方法を説明するための斜視図である。

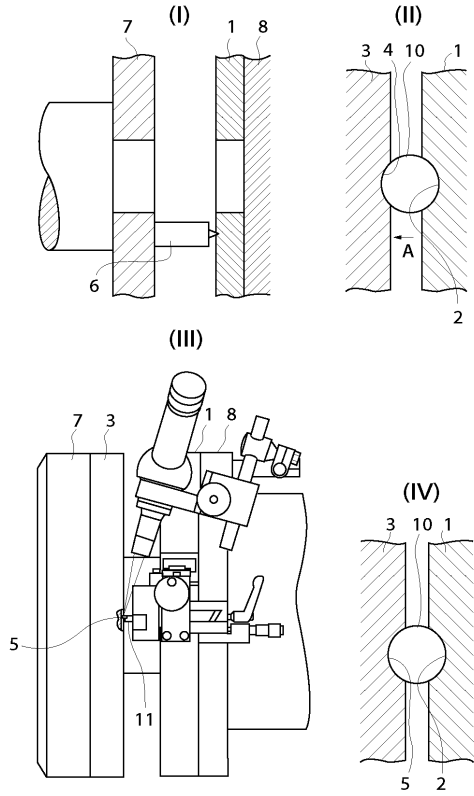
【図13】従来の球体研磨装置で球体を研磨する場合の問題点の一例を示す図である。

【符号の説明】

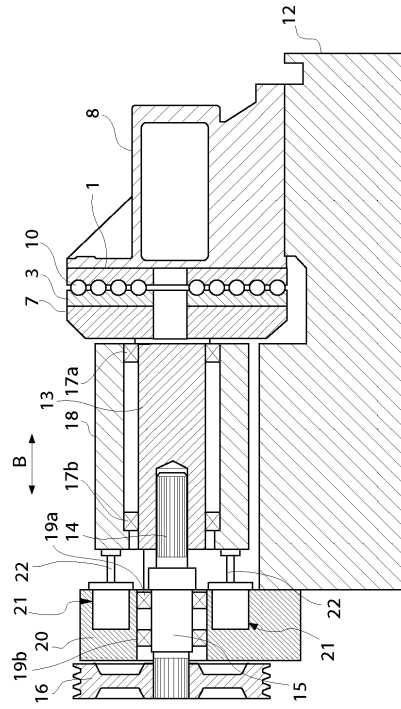
- 1 固定盤
- 2 第1の環状溝
- 3 回転盤
- 4 転写溝
- 5 第2の環状溝
- 6 第1の切削工具
- 7 回転盤支持体
- 8 固定盤支持体
- 10 球体
- 11 第2の切削工具

30

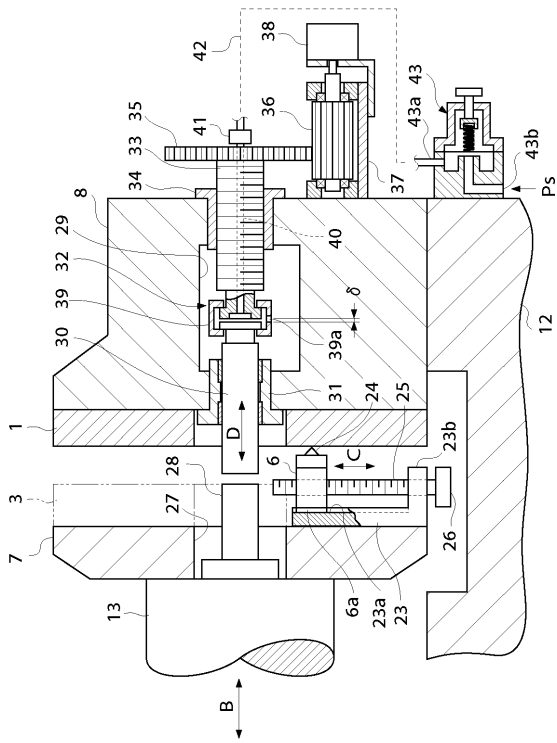
【 図 1 】



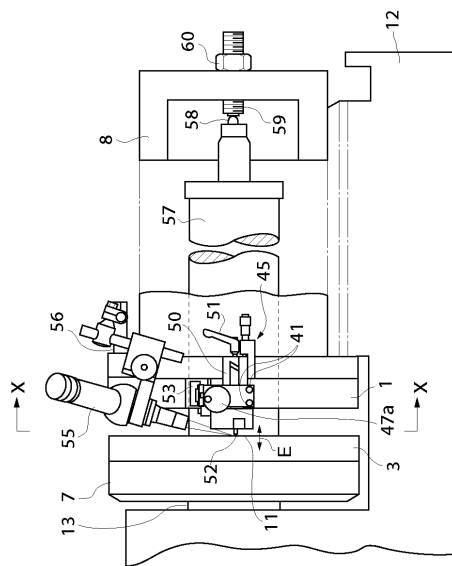
【 図 2 】



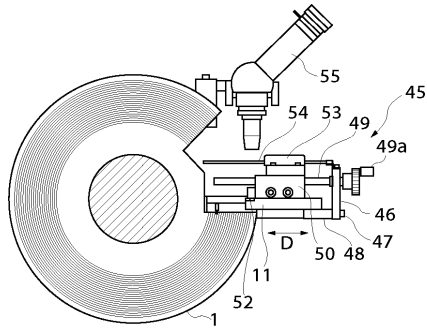
【 図 3 】



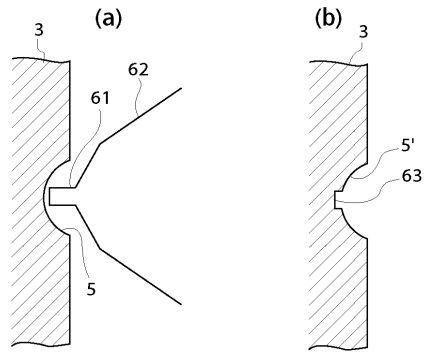
【 図 4 】



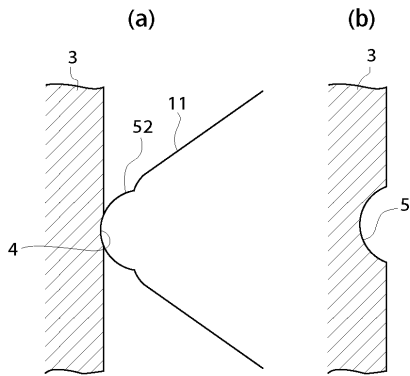
【 図 5 】



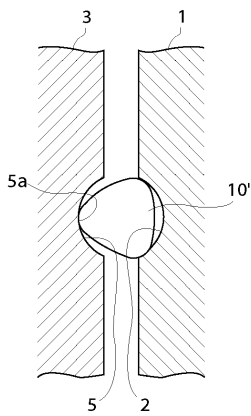
【 図 7 】



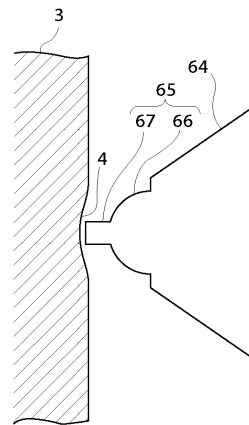
【 図 6 】



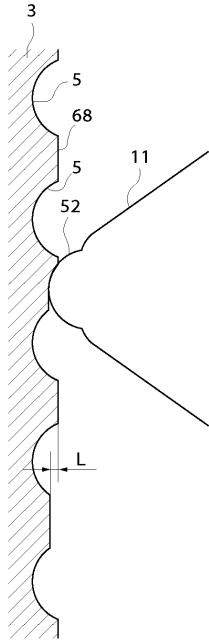
【 図 8 】



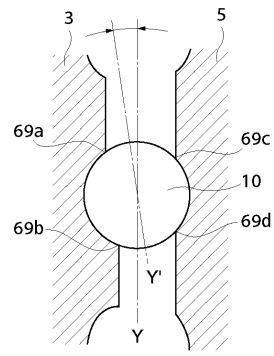
【 図 9 】



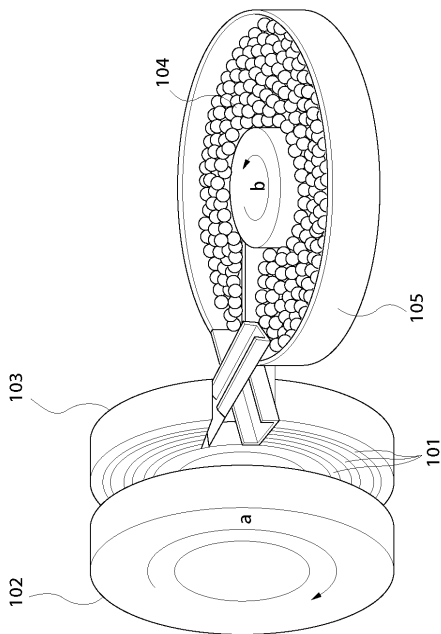
【 図 1 0 】



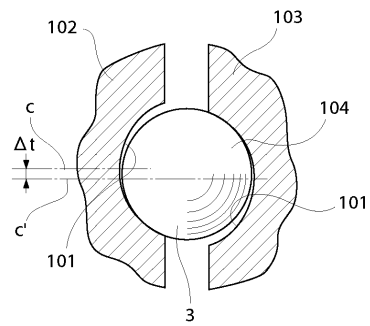
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 高村 信一
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

審査官 今関 雅子

(56)参考文献 特開平10-044008(JP,A)
特開平05-057588(JP,A)
特開昭63-162148(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 1/00-1/04

B24B 9/00-19/28

B23B 1/00-25/06