

(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2009-18366

(P2009-18366A)

(43) 公開日 平成21年1月29日(2009.1.29)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
B 2 4 B 13/00 (2006.01) B 2 4 B 13/00 A 3 C 0 4 9
B 2 4 B 13/01 (2006.01) B 2 4 B 13/01

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-181893 (P2007-181893)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成19年7月11日 (2007. 7. 11)		株式会社ニコン
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(74) 代理人	100104776
			弁理士 佐野 弘
		(74) 代理人	100119194
			弁理士 石井 明夫
		(72) 発明者	富田 泰央
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内
		Fターム(参考)	3C049 AA04 AA09 AA11 AB01 CA03
			CB01 CB03

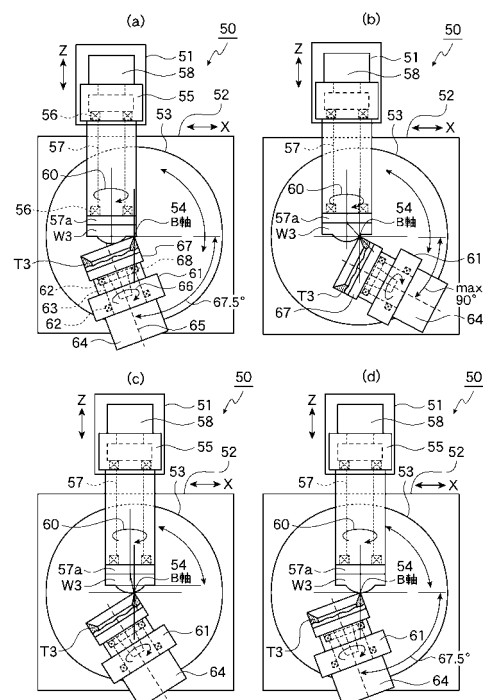
(54) 【発明の名称】 凸曲面研削方法

(57) 【要約】

【課題】 ツールの剛性が十分に得られ、砥石の摩耗が少なく、加工能率・研削精度が高く、安定生産できる凸曲面研削方法を提供する。

【解決手段】 Z軸方向に移動自在、C軸に回転自在のワーク支持手段57aにワークW3を支持し、外径がワークの非研削部の外径より所要大きいカップ状のツールT3をX軸方向に移動自在な回転テーブル53に備えたツール支持手段67の先端に取り付け、ツールT3の先端面外端を回転テーブル53の回転中心に一致させ、ツール支持手段67のX-Z平面内のZ軸に対する傾き角を所要範囲内に可変し、ワーク支持手段57aに回転とZ軸方向スライド、ツール支持手段67に回転とX軸方向スライド、回転テーブル53の回転を与え、B軸上にツールとワークを点接触させてワークの端面に形成された点对偶凸曲面に倣って研削する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C 軸に回転自在のワーク支持手段にワークを支持し、

C 軸と直角方向の B 軸に回転自在の回動テーブルに備えられた B 軸に直角面内を回動自在のツール支持手段の先端に、外径が前記ワークの被研削部の外径よりも所要大きいカップ状のツールを取り付け、かつ、該ツールの先端面外端を前記回動テーブルの回転中心である B 軸に一致させ、

前記ワーク支持手段と前記ツール支持手段に、それぞれ回転を与えると共に、X 軸－Z 軸の二次元方向の相対的なスライドを与えることにより、前記回動テーブルの回転中心線上で前記ツールと前記ワークとを点接触させつつ前記ツールと前記ワークの相対的な向きを変えて、前記ワークの端面に形成された凸曲面に倣って研削することを特徴とする凸曲面研削方法。

10

【請求項 2】

前記ツール支持手段のツール支持部の外径が前記カップ状のツールの外径にほぼ等しい大きさであること特徴とする請求項 1 に記載の凸曲面研削方法。

【請求項 3】

前記ツール回転軸の先端に着脱可能なツール支持手段を備え、該ツール支持手段に支持された前記カップ状のツールにより研削することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の凸曲面研削方法。

【請求項 4】

前記カップ状のツールは、外径が前記ワークの被研削部の外径の 1.5 倍～2 倍であること特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の凸曲面研削方法。

20

【請求項 5】

前記ツール支持手段の回転軸の X－Z 平面内の Z 軸に対する傾き角を $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内として可変し、研削することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の凸曲面研削方法。

【請求項 6】

前記カップ状のツールは、刃先角が約 45° であること特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の凸曲面研削方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、金型、レンズ等のワークの端面の点对偶凸曲面を研削する凸曲面研削方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光学素子は成形により形成され量産されている。レンズ成形金型は、超精密切削法及び研削加工法を用いて所望する形状精度と表面粗さに加工される。非球面レンズ生産におけるプレス成形金型は、成形システムの高安定・低コスト化の要望から、レンズに相対する金型面数の低減から、分離金型（筒型と R2 凸型）を一体化した形状の金型にシフトしている。特に、非球面部を中心部に有する点对偶凸曲面を成形できる光学素子用の成形金型が望まれている。

40

【0003】

レンズ成形金型の研削加工方法としては、例えば、特許文献 1 の研削加工方法が提案されている。

【0004】

他方、従来において、R2 凸型の研削には、二軸パラレル方式の点对偶凸曲面研削を行う図 4 に示す研削装置 10 が使用されている。図 4 において、符号 11 は定盤であり、定盤 11 上に設けられた Z 軸方向スライドテーブル 12 に、Z 軸方向に沿った C 軸 13 の回りに例えば矢印 14 の方向に回転自在であるワーク回転軸 15 にワーク W1 を支持し、定

50

盤 11 上に設けられた X 軸方向スライドテーブル 16 に設けられた X 軸方向に沿った A 軸 17 の回りに例えば矢印 18 の方向に回転自在であるツール回転軸 19 に算盤玉形状のツール T1 を支持してなる。さらに、この研削装置によれば、ツール T1 の径が小さくかつ小径のツールシャフト 20 をツール回転軸 19 より張り出して取り付けしたシャンク 21 にチャックする構成であり、径が 10 mmφ ~ 20 mmφ のワーク W1 を対象としている。

【0005】

この研削方法は、ワーク回転軸 15 とツール回転軸 19 とをそれぞれ回転させ、ワーク W1 の先端面をツール T1 の周面に当接し、Z 軸方向スライドテーブル 16 の Z 軸方向スライドと X 軸方向スライドテーブル 12 の X 軸方向スライドとを相対的に動作させることにより、ツール T1 によりワーク W1 の端面に精密仕上げ切削加工により形成された点对偶凸曲面に対して精密に倣うようにツール T1 を平面→凹 R 面→非球面と連続移動して非球面レンズ形状に研削し、点对偶凸曲面に対して研削するものである。

【0006】

この研削方法によれば、ツール T1 の径が小さく算盤珠形状であり、かつ、ツールシャフトが小径で長く張り出しているため、砥石の摩耗時期が早くしかも不定期であり、砥石形状維持が困難であり、加工能率が低く、形状精度が 1 μm、および形状誤差が 1 μm である。

【0007】

図 5 (a) ~ (d) は、現在使用されている他の研削装置 30 の研削行程図を示す。構成を図 5 (a) を参照して説明する。研削装置 30 は、定盤 (図示しない) 上に設けられた Z 軸方向スライドテーブル 31 に、Z 軸方向に沿った C 軸 32 の回りに例えば矢印 33 の方向に回転自在であるワーク回転軸 34 にワーク W2 を支持し、定盤 (図示しない) 上に設けられた X 軸方向スライドテーブル 35 に設けられた回転テーブル 36 上に、回転軸心 37 がワーク回転軸 34 の回転軸心 32 を通る X-Z 平面内を旋回するツール回転軸 38 を設け、該ツール回転軸 38 にツール T2 を支持してツール T2 の先端面外端を回転テーブル 38 の回転中心 (B 軸) 39 に一致させてなる。さらに、この研削装置によれば、ツール T2 が小径の円筒体でありかつ小径のツールシャフト 40 をツール回転軸 38 より張り出して取り付けしたシャンク 41 にチャックする構成であり、径が 10 mmφ ~ 20 mmφ のワーク W2 を対象としている。

【0008】

この研削方法は、ワーク回転軸 32 とツール回転軸 38 とをそれぞれ回転させ、ワーク T2 の先端面を B 軸 39 に一致するツール 39 の先端面に当接し、Z 軸方向スライドテーブル 31 の Z 軸方向スライドと X 軸方向スライドテーブル 35 の X 軸方向スライドと回転テーブル 36 の B 軸回転とを相対的に動作させることにより、図 5 (a) → (b) → (c) → (d) のツール運行行程に示すように、ツール T2 を平面→凹 R 面→非球面と連続移動し、ワーク W2 の端面に精密仕上げ切削加工された点对偶凸曲面に対して精密に倣うように、ツール T2 を運行し、かつ、ツール T2 の研削接点における両側の隙間角が等しくなるように保ち、非球面レンズ形状に研削し、点对偶凸曲面に対して研削するものである。

【0009】

この研削方法によれば、図 4 の研削方法に比べ、砥石の摩耗時期と加工能率が多少改善され、形状精度が 0.1 μm、および形状誤差が 0.05 μm である研削が行える。

【0010】

上述したように、図 5 に示す研削装置 30 は、図 4 に示す研削装置 10 よりも優れているので、凸曲面研削方法の主流となっている。

【特許文献 1】特開 2002-346893 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、ワークの大径化が進むと共に、非球面形状精度のさらなる高精度化と加

10

20

30

40

50

工能率の向上の要求に対して、図 5 に示す凸曲面研削方法では、ツールの剛性の不足と砥石形状の不安定により安定生産に限界を生じてきた。

【0012】

そこで、この発明は、ツールの剛性が十分に得られかつ砥石形状が安定し、砥石の摩耗が少なく、加工能率が高く、形状精度がさらに高く得られ、形状誤差がさらに小さくて安定生産できる凸曲面研削方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

かかる課題を達成するために、本発明は、C 軸に回転自在のワーク支持手段にワークを支持し、C 軸と直角方向の B 軸に回転自在の回転テーブルに備えられた B 軸に直角面内を
10
回転自在のツール支持手段の先端に、外径が前記ワークの被研削部の外径よりも所要大きいカップ状のツールを取り付け、かつ、該ツールの先端面外端を前記回転テーブルの回転中心である B 軸に一致させ、前記ワーク支持手段と前記ツール支持手段に、それぞれ回転を与えると共に、X 軸－Z 軸の二次元方向の相対的なスライドを与えることにより、前記回転テーブルの回転中心線上で前記ツールと前記ワークとを点接触させつつ前記ツールと前記ワークの相対的な向きを変えて、前記ワークの端面に形成された凸曲面に倣って研削することを特徴とする凸曲面研削方法。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ツールの剛性が十分に得られかつ砥石形状が安定し、砥石の摩耗が少
20
なく、加工能率が高く、形状精度が従来よりもさらに高く得られ、形状誤差を従来よりも小さく抑えられ、安定生産できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

〔実施の形態 1〕

【0016】

図 1 (a) ～ (d) は、本発明の実施の形態にかかる研削装置 50 の研削行程の平面図を示す。

【0017】

図 1 (a) ～ (d) において、紙面（図面）の横方向が X 軸、縦方向が Z 軸、紙面（図面）の横方向が Y 軸、回転中心線が X 軸に沿う方向を A 軸、回転中心線が Y 軸に沿う方向を B 軸、及び、回転中心線が Z 軸に沿う方向を C 軸と設定するものとする。

【0018】

まず、構成を図 1 (a) を参照して説明する。研削装置 50 は、定盤（図示しない）上に Z 軸方向スライドテーブル 51 と X 軸方向スライドテーブル 52 とが設けられ、X 軸方向スライドテーブル 52 には回転テーブル 53 が設けられ回転テーブル 53 の回転中心が B 軸 54 となっている。

【0019】

Z 軸方向スライドテーブル 51 上に第 1 の固定台 55 が設けられ、この第 1 の固定台 55 に軸受 56 を介してワーク回転軸 57 が設けられ、このワーク回転軸 57 が第 1 のモータ 58 により回転される構成であり、このワーク回転軸 57 の先端にワーク支持手段 57a が設けられた構成である。なお、Z 軸方向スライドテーブル 51 と X 軸方向スライドテーブル 52 と回転テーブル 53 の各駆動源は図示していない。

【0020】

この構成により、ワーク回転軸 57 は、Z 軸方向に沿った C 軸 59 の回りに例えば矢印 60 の方向に回転自在であり、かつ、Z 軸方向スライドテーブル 51 により Z 軸方向にスライド自在であり、軸先端には、詳細を図示していないが、ワーク W3 を支持するチャック機能を有している。

【0021】

10

20

30

40

50

また、回動テーブル 5 3 上に第 2 の固定台 6 1 が設けられ、この第 2 の固定台 6 1 に軸受 6 2 を介してツール回転軸 6 3 が設けられ、このツール回転軸 6 3 が第 2 の固定台 6 1 に設けられた第 2 のモータ 6 4 により回転される構成である。ツール回転軸 6 3 の軸心 6 5 は、ワーク回転軸 5 7 の軸心 5 9 と同一の高さに設けられ、回動テーブル 5 3 が回転すると、ワーク回転軸 5 7 の軸心 5 9 を通る X-Z 平面内に旋回される。

【0022】

この構成により、ツール回転軸 6 3 は、第 2 のモータ 6 4 により例えば矢印 6 6 の方向に回転自在、X 軸方向スライドテーブル 5 2 により X 軸方向にスライド自在、回動テーブル 5 3 によりワーク回転軸 5 7 の軸心を通る X-Z 平面内に旋回自在であり、軸先端には、詳細を図示していないが、ツール（砥石）T 3 を支持している。

10

【0023】

第 2 の固定台 6 1 は、回動テーブル 5 3 上に二次元方向に位置調整可能・精密位置決め可能に設けられている（図示しない）。そして、ツール T 3 の先端面の中心を通る X-Z 平面と交差する端縁が回動テーブル 5 3 の回転中心の B 軸 5 4 に一致するように、第 2 の固定台 6 1 が回動テーブル 5 3 上に位置決めされ、これにより、ツール T 3 の先端面の中心を通る X-Z 平面と交差する端縁が、回動テーブル 5 3 の旋回と X 軸方向スライドテーブル 5 2 の移動を行っても、回動テーブル 5 3 の回転中心の B 軸に常に一致し、この B 軸 5 4 上にツール T 3 とワーク W 3 を接触させて研削する。

【0024】

特に、この研削装置 5 0 によれば、ワーク回転軸 5 7 の先端に備えたワーク支持手段 5 7 a で例えば外径が 30 mmφ 以上の大きなワーク W 3 を着脱自在であると共に、ツール回転軸 6 3 の先端にツール（砥石）T 3 を着脱自在に支持するツール支持手段として、この実施の形態では、フランジ 6 7 を備え、このフランジ 6 7 にはテーパ軸 6 8 を備え、このテーパ軸 6 8 をツール回転軸 6 3 に設けられたテーパ孔に嵌合することにより、フランジ 6 7 をワンタッチで着脱自在である。フランジ 6 7 は、ツール T 3 を触れ回らないように保持できるように適宜機構を備えているものとする（図示しない）。そして、このフランジ 6 7 に、カップ状凹部の内径がワーク W 3 の外径と略同等以上の大きさであることが好ましい。また、ツール T 3 は、外径が例えば 30 mmφ のワーク W 3 であるときに、外径がワーク W 3 の外径の 1.5 倍～2 倍の大きさであることが好ましい。こうしたワーク W 3 とカップ状のツール T 3 との寸法関係により、研削時における両者の干渉を避けることができる。この実施の形態では、カップ状のツール T 3 がツール支持手段 6 7 のフランジ面に一体に固着されていて、ツール T 3 とツール支持手段 6 7 とが一体に交換可能にツール回転軸 6 3 に嵌着されている。

20

30

【0025】

本発明の凸曲面研削方法は、上記構成の研削装置 5 0 による研削方法であり、ワーク回転軸 5 7 とツール回転軸 6 3 とをそれぞれ回転させ、ワーク W 3 の先端面を、B 軸 5 4 と一致するツール T 3 の先端面に当接し、Z 軸方向スライドテーブル 5 1 の Z 軸方向スライドと X 軸方向スライドテーブル 5 2 の X 軸方向スライドと回動テーブル 5 3 の B 軸回転とを相対的に動作させ、図 2 (a) → (b) → (c) → (d) のツール運行行程（逆の行程でも良い）に示すように、ツール T 3 を、ワーク W 3 の端面に精密仕上げ切削加工された点対偶凸曲面に対して、平面 → 凹 R 面 → 非球面と精密に倣うように連続運行する。

40

【0026】

その際、ツール回転軸 6 3 の Z 軸に対する傾き角を可変し、前記ワークの端面に精密切削加工により形成された中央部に凸状非球面を有する凸曲面に倣うように、ツール T 3 をワーク W 3 に対して相対的に運行し、好ましくは、ツール T 3 の刃の先端角を 2 分割する分割線 6 9 の延長線がワーク W 3 の被研磨点における曲率中心を通るように（研削接点における両側の隙間角が等しくなるように）保ち、点対偶凸曲面に対して研削する。

【0027】

これにより、研削時において、ツール T 3 の回転中心線とワーク W 3 の回転中心線（C 軸と一致する）との交差角が、ワーク W 3 の円周部の平面を研磨する際には、67.5°

50

又はこれに近い角度になり（図 1（a）参照）、ワーク W 3 の円周部の平面から非球面部に移行する凹曲面部では曲率中心が小さくしかも非球面部の曲率中心とは反対側になるため、該交差角を $67.5^{\circ} \sim \max 90^{\circ}$ まで変化させ（図 1（b）参照）、研磨点がワーク W 3 の非球面部に移ったら、再び 67.5° まで戻していく（図 1（c）、（d）参照）。

【0028】

この実施の形態のカップ状のツール T 3 は、刃先角が外周面に対して 45° 又は 45° に近い鋭角であるので、研削時のツール T 3 の揺動を小さく抑えられるから、研削点の変動量に対するツール揺動量を小さく抑えられ、凹曲面部に対して滑らかな倣い研削ができる。

【0029】

本発明では、ツール回転軸 6 3 の X-Z 平面内の Z 軸に対する傾き角を $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内に抑えて可変すれば、ツール T 3 がワーク W 3 を深く研削したり他分に対して干渉する研削を生じない。

【0030】

すなわち、この凸曲面研削方法は、Z 軸方向に移動自在かつ Z 軸方向に沿う C 軸に回転自在のワーク回転軸 5 7 にワーク W 3 を支持し、一方、カップ状凹部の内径がワークの外径より大きいカップ状のツール T 3 を X 軸方向に移動自在な回動テーブル 5 3 に備えるツール回転軸 6 3 の先端に取り付け、ツール T 3 の先端面外端を回動テーブル 5 3 の回転中心に一致させ、ツール回転軸 6 3 の X-Z 平面内の Z 軸に対する傾き角を $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内として可変し、ワーク回転軸 5 7 に回転と Z 軸方向スライドとを与え、ツール回転軸 6 3 に回転と X 軸方向スライドと B 軸回動とを与え、B 軸上にツール T 3 とワーク W 3 を点接触させてワーク W 3 の端面に形成された点对偶凸曲面に倣って研削する。

【0031】

要するに、この凸曲面研削方法は、ワーク支持手段 5 7 a とツール支持手段 6 7 に、それぞれ回転を与えると共に、X 軸-Z 軸の二次元方向の相対的なスライドを与えることにより、回動テーブル 5 3 の回転中心線上（B 軸上）でツール T 3 とワーク W 3 とを点接触させつつツール T 3 とワーク W 3 の相対的な向きを変えて、ワーク W 3 の端面に形成された凸曲面に倣って研削するものである。

【0032】

この研削方法によれば、図 4、図 5 の研削方法に比べ、ツール T 3 が図 5 のツールに比べ、頗る大きいので、砥石の摩耗が少なく、加工能率が高く、ワーク W 3 の形状精度が $0.05 \mu\text{m}$ 、および形状誤差が $0.02 \mu\text{m}$ である研削が行えようになった。

【表 1】

	砥石摩耗	加工能率	形状精度	形状誤差
図 4 の研削方法	不定期	低い	$1 \mu\text{m}$	$1 \mu\text{m}$
図 5 の研削方法	磨耗中	中位	$0.1 \mu\text{m}$	$0.05 \mu\text{m}$
図 1 の研削方法	磨耗小	高い	$0.05 \mu\text{m}$	$0.02 \mu\text{m}$

【0033】

この実施の形態によれば、ツール径を飛躍的に大きくしたときの加工現象の解明から、上記のような加工精度が得られる凸曲面研削方法を開発したもので、カップ状凹部の内径がワークの外径より大きいカップ状のツールを採用したことでツールの剛性が十分に得られかつ砥石形状が安定し、ツールの摩耗が少なくなり、求める高い加工能率が得られ、ワークの形状精度・形状安定性をさらに高く得られ、形状誤差がさらに小さく抑えられ、安定生産でき、デジタルカメラの高画素化に寄与できる。

【0034】

この実施の形態によれば、前記ツール支持手段のツール支持部の外径が前記カップ状のツールの外径にほぼ等しい大きさであるので、ツール支持手段をカップ状のツールの大き

10

20

30

40

50

さに対応して選択でき、ツール回転軸に簡単に装着でき、ツール支持手段がツール回転軸からは長く張り出さないで、ツールの剛性を一層十分に得られ、一層高い加工精度が得られ、デジタルカメラの高画素化に寄与できる。

【0035】

この実施の形態によれば、ツール回転軸の先端に着脱可能に備えたツール支持手段にカップ状のツールを支持して研削するので、ツール交換が容易であり、装置の稼働率が向上する。

【0036】

この実施の形態によれば、カップ状のツールの外径をワークの非研削部の外径の1.5倍～2倍としたので、研削を担持する刃先長が十分に大きく得られ、砥石の摩耗が少なく、大きなワークに対する高い加工能力が得られ、安定生産できる。

10

【0037】

この実施の形態によれば、ツール支持手段の回転軸のX-Z平面内のZ軸に対する傾き角を45°～90°の範囲内として可変し、研削するので、カップ状のツールがワークの研削すべき箇所以外の他の箇所に干渉することなく、また、ツールの振動の原因となるワークからツールに伝わる研削反力を所要大きさ以下に抑えられ、ビビリが生じない研磨が行える。

【0038】

この実施の形態によれば、カップ状のツールの刃先角を約45°としたので、ツール支持手段の回転軸のX-Z平面内のZ軸に対する傾き角を小さく抑えることができ、ツールの振動の原因となるワークからツールに伝わる研削反力を一層小さく抑えられ、ビビリが生じない研磨が行えて、鏡面研削に寄与する。

20

〔実施の形態2〕

【0039】

図3(a)～(d)は、先端面が外周面に対して直角乃至直角に近い鋭角であるカップ状のツールT4を用いて、ワークW4に対して、B軸上にツールT4とワークW4を点接触させ、ツールT4を、ワークW4の端面に形成された点对偶凸曲面に倣って、図3(a)→(b)→(c)→(d)のツール運行行程(逆の行程でも良い)に示すように、ワークW4の端面に精密仕上げ切削加工された点对偶凸曲面に対して、平面→凹R面→非球面と精密に倣うように連続運行するところを示す行程図である。

30

【0040】

この場合も、ツールT4の刃の先端角を2分割する分割線69の延長線がワークW4の被研磨点における曲率中心を通るように保ち、点对偶凸曲面に対して研削する。この実施の形態のカップ状のツールT4は、刃先角が外周面に対して90°又はこれに近い鋭角であるので、ワークW3の円周部の平面を研磨する際には、ツール回転軸63の軸心のX軸に対する交差角が45°又はこれに近い角度になる。

【0041】

この実施の形態によれば、刃先角の相違に係する事項を除いて、実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0042】

40

本発明は、上記一実施の形態に限られるものではなく、その趣旨と技術思想の範囲を逸脱しない範囲でさらなる種々の変形が可能である。

【0043】

上記の実施の形態では、ワーク支持手段をZ軸方向スライドテーブル51に設けて、ワーク支持手段に回転とZ軸方向スライドとを与え、また、回転テーブル53をX軸方向スライドテーブル52に設けて、ツール支持手段に回転とX軸方向スライドと回転テーブルの回転とを与えたが、これに限定されない。具体的には、ワーク支持手段を回転とZ軸方向スライドさせずZ軸方向に沿ったC軸に関して回転自在とし、かつ、回転テーブルをX軸-Z軸方向にスライド自在である二次元テーブル上に設けることにより、ツール支持手段をY軸に沿ったB軸に関して回転自在とし、かつ、X軸及びZ軸の二次元方向にスライ

50

ド自在としても良い。

【0044】

上記の実施の形態では、レンズ成形金型をワークとして非球面が平面に連続する点对偶凸曲面の研削について説明したが、本発明は、レンズ等の他のワークの端面の点对偶凸曲面を研削する点对偶凸曲面の研削にも適用される。また、ワーク回転軸によるワークの支持構造やツール回転軸によるツールの支持構造について、上記の実施の形態に示す構造に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】 本発明の凸曲面研削方法を実施する研削装置の研削行程を示す概略平面図

10

【図2】 図1に示す研削装置の要部を拡大した研削行程を示す概略平面図

【図3】 本発明の他の実施形態の研削装置の要部を拡大した研削行程を示す概略平面図

【図4】 従来凸曲面研削方法を実施する研削装置の概略平面図

【図5】 従来他の凸曲面研削方法を実施する研削装置の概略平面図

【符号の説明】

【0046】

50 … 研削装置

51 … Z軸方向スライドテーブル

52 … X軸方向スライドテーブル

53 … 回動テーブル

20

54 … B軸

57 … ワーク回転軸

57a … ワーク支持手段

59 … C軸

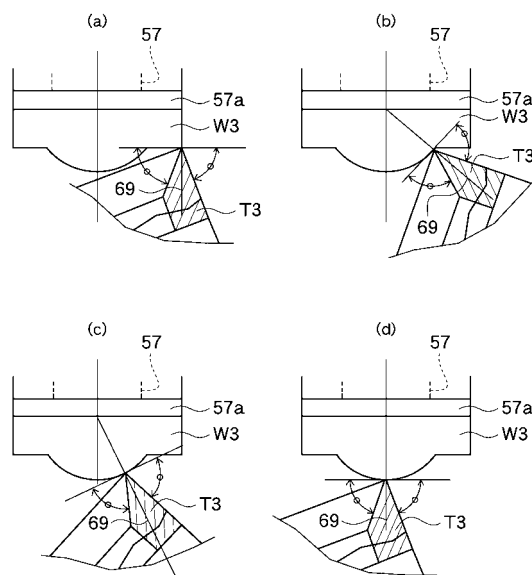
W3, W4 … ワーク

63 … ツール回転軸

T3, T4 … ツール

67 … フランジ (ツール支持手段)

【図 2】



【图 4】

