

(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2017-124460

(P2017-124460A)

(43) 公開日 平成29年7月20日(2017.7.20)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>B 2 4 B</b>	<b>13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 4 B	13/00	A	3 C 0 2 9		
<b>B 2 4 B</b>	<b>13/06</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 4 B	13/06		3 C 0 3 4		
<b>B 2 4 B</b>	<b>49/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 4 B	49/04	Z	3 C 0 4 9		
<b>G 0 5 B</b>	<b>19/404</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 5 B	19/404	E	3 C 2 6 9		
<b>B 2 3 Q</b>	<b>17/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 Q	17/20	A			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-4309 (P2016-4309)  
 (22) 出願日 平成28年1月13日 (2016.1.13)

(71) 出願人 000162180  
 共立精機株式会社  
 栃木県宇都宮市茂原1丁目2番19号  
 (74) 代理人 110001368  
 清流国際特許業務法人  
 (74) 代理人 100129252  
 弁理士 昼間 孝良  
 (74) 代理人 100155033  
 弁理士 境澤 正夫  
 (74) 代理人 100138287  
 弁理士 平井 功  
 (72) 発明者 戸村 啓二  
 栃木県宇都宮市茂原1丁目2番19号 共立精機株式会社内  
 Fターム(参考) 3C029 BB01

最終頁に続く

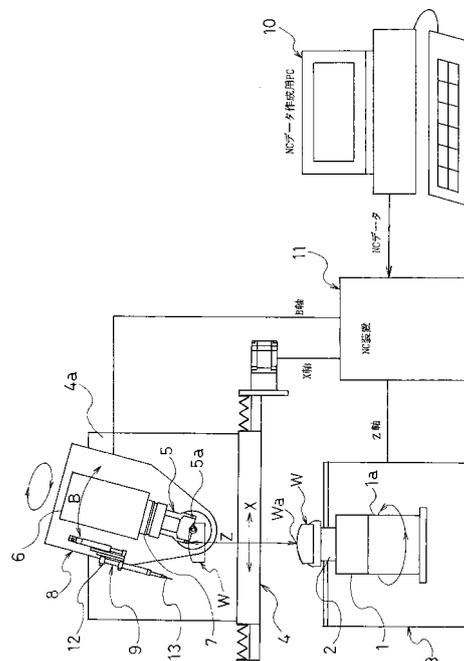
(54) 【発明の名称】 カップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法及びその装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 加工時間の短縮、仕上げ加工機の負荷低減を図ることを可能とした被加工物の非球面形状の連続加工方法及びその装置。

【解決手段】 被加工物Wを着脱可能に保持する回転かつ鉛直方向(Z方向)に昇降可能なワークスピンドル1のワーク回転軸2を備えたワークヘッド部3と、ワーク回転軸2に対して直交する水平方向(X方向)に移動可能なスライドテーブル4と、前記ワーク回転軸2に対して斜め交差する方向(B方向)に回転するダイヤモンド砥石5aを先端に設けたカップ状砥石5を取り付けて成るホイールヘッド6と、ワークヘッド1のワーク回転軸2に取り付けられた被加工物Wの厚みを測定するワーク厚み測定装置9と、制御装置10で作成した加工データに基づき制御する数値制御装置11とで構成されている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

回転可能なワーク軸に取り付けた被加工物及び砥石軸を中心として回転するカップ状砥石を互いに回転させながら、かつカップ状砥石及び被加工物を、被加工物の非球面形状を微分して得られる接円部分お球面を創成する位置へ移動することにより球面加工し、それを非球面形状に沿って連続的に研削加工を行うカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法であって、

前記被加工物の非球面形状を輪郭に沿って微小空間に分割し、非球面形状を各形状の外接球または内接球の接円の集合体と仮定し、各々の接円について、カップ状砥石の径と非球面形状の局所曲率により算出される旋回角度、左右、上下位置を制御装置で演算し、その加工データに基づき非球面レンズ及びカップ状砥石を互いに回転させると共に旋回、左右及び上下方向に移動させながら連続的に研削加工を行うことを特徴とするカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法及びその装置。

10

**【請求項 2】**

前記加工後の被加工物の非球面形状の形状測定値を予め設定した非球面形状データと比較しながら形状測定値を補正し、この補正データに基づき目標とする非球面形状に近似するように連続的に研削加工を行う請求項 1 に記載のカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法。

**【請求項 3】**

前記制御装置で演算した加工データに基づき被加工物及びカップ状砥石を互いに回転させると共に移動させて連続的に研削加工を行う際、砥石回転軸のコラムに取付けられたワーク厚み測定装置により、被加工物の厚みを測定することによりワーク回転軸の上昇量を制御し、被加工物の厚みを一定に保ちながら研削加工する請求項 1 または 2 に記載のカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法。

20

**【請求項 4】**

前記ワーク厚み測定装置により、マスターとの測定データとの比較でカップ状砥石の摩耗量を算出し、カップ状砥石の取付け時または加工による経年的な摩耗による砥石形状変化を位置決め計算時に加味しながら研削加工を行う請求項 1、2 または 3 に記載のカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法。

**【請求項 5】**

被加工物を着脱可能に保持する回転かつ鉛直方向に昇降可能なワークヘッドのワーク軸を備えたワークヘッド部と、前記ワークヘッドのワーク軸に対して直交する水平方向に移動可能なスライドテーブルと、このスライドテーブル上に設置され、前記ワーク軸に対して斜め交差する方向に旋回するカップ状砥石を取り付けたホイールヘッドのホイール軸を備えたホイールヘッド部と、前記ホイールヘッド部に装着され、ワークヘッドのワーク軸に取り付けられた被加工物の厚みを測定するワーク厚み測定装置と、前記被加工物を取り付けたワーク軸の昇降距離、スライドテーブルの水平移動距離、及びカップ状砥石を取り付けたホイールヘッドのホイール軸の旋回移動角度を制御装置で演算した加工データに基づき制御する数値制御装置とで構成したことを特徴とするカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工装置。

30

40

**【請求項 6】**

前記ワーク厚み測定装置は、ホイールヘッド部の側面に設置され、測定端子がワーク軸に取り付けられた被加工物の頂点に位置するように昇降可能に取り付けられ、前記制御装置でワーク軸の上昇量を制御し、被加工物の厚みを予め設定したマスターとの比較により一定の厚さ保つようにした請求項 5 に記載のカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、カップ状砥石（末広がり状または筒状の中空筒状に形成した砥石）による

50

被加工物（この実施形態では非球面レンズを実施）の加工において、超精密仕上げ加工の前加工（粗加工）において、目標非球面形状に近似した形状に創成するため、被加工物とカップ状砥石とを回転駆動させながら局所曲率（外接円または内接円の曲率）により計算された交差角度で接触させ、カップ状砥石に被加工物を切り込む球面加工（CG加工：CURVE GENERATOR加工）方式によるカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法及びその装置に係わり、更に詳しくは加工時間の短縮、仕上げ加工機の負荷低減を図ることを可能としたカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法及びその装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年凸レンズ、凹レンズと呼称されるレンズ、即ち、球面レンズ（被加工物）において、球面設計のままのカーブでレンズを製作すると収差（理論上はレンズの焦点は1点であるが、実際には厚みのあるレンズでは点にならずある面積をもった円になり、これを一般にレンズの収差と言っている）が発生するため、これを補正するため非球面レンズが創案され、提案されてきた。

10

【0003】

非球面レンズは、球面レンズの弱点（特に非点収差・歪曲収差）を補正するため、非球面式に従ってレンズ面の曲率半径（球面の曲がり具合）が連続的に変化するように設計されており、より自然な視界を得ることが出来るようになっている。

20

【0004】

また被加工物（レンズまたは金型）の非球面の超精密仕上げ加工の前加工は、通常、カップ状砥石でのCG加工において非球面形状の近似した曲率（球面）を創成している。ところが、近年の非球面レンズの加工方法においては、非球面を1個の曲率で近似しても大きな、非球面形状と球面形状との差、即ち、仕上げ加工の際の取代が残ってしまうと言う問題があった。

【0005】

非球面レンズの前加工方法として、ワーク軸の軸方向と砥石軸の軸方向とが斜交可能な研削装置を用いて回転対称非球面のレンズの加工方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

この加工方法は、被加工物の表面を、同心円状の複数の輪帯に区分し、各輪帯の表面を、加工すべき回転対称非球面における対応する部分との誤差が最小となる曲率半径の断続した球面として加工する方法であり、被加工物の表面と砥石とを線または面当たりで接触させることによって加工効率及び加工される回転対称非球面の粗さを向上させることが出来るとされている。

30

【0007】

このような被加工物を同心円状の複数の輪帯に区分し、各輪帯の表面を、加工すべき回転対称非球面における対応する部分との近似曲率半径の球面として加工する方法では、加工すべき非球面形状に対し、できた球面は形状誤差が生じる。この誤差を小さくするためには輪帯を細分化する必要があるが、砥石径は輪帯の幅と一致させなくてはならないため、形状精度を向上させると、研削能力は低下する。また製作する砥石径も限界があり、形状精度の向上に限界が出来てしまう。また、断続的なCG加工となってしまうため、加工間の逃げが必要となり無駄な時間が必要になってしまうと言う問題があった。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平10-109258号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

この発明はかかる従来の問題点に着目し、目標非球面形状に創成するための被加工物とカップ状砥石とを回転駆動させながら局所曲率（外接円または内接円の曲率）により計算した交差角度で、カップ状砥石に被加工物を切り込む方式（CG加工方式）により曲率を変化させながら球面加工を連続的に行うことにより被加工物の非球面形状の加工を可能とし、加工時間の短縮、仕上げ加工機の負荷低減を図ることを可能とし、研削能力を向上させ、段取り時間の短縮や加工時間の短縮を図り、更に生産性及び非球面レンズの光学特性を向上させることが出来るカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法及びその装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

10

この発明は上記目的を達成するため、この発明のカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法は、回転可能なワーク軸に取り付けた被加工物及び砥石軸を中心として回転するカップ状砥石を互いに回転させながら、かつカップ状砥石及び被加工物を、被加工物の非球面形状を微分して得られる接円部分の球面を創成する位置へ移動することにより球面加工し、それを非球面形状に沿って連続的に研削加工を行うカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法であって、前記被加工物の非球面形状を輪郭に沿って微小空間に分割し、非球面形状を各形状の外接球または内接球の接円の集合体と仮定し、各々の接円について、カップ状砥石の径と非球面形状の局所曲率により算出される旋回角度、左右、上下位置を制御装置で演算し、その加工データに基づき非球面レンズ及びカップ状砥石を互いに回転させると共に旋回、左右及び上下方向に移動させながら連続的に研削加工を行うことを要旨とするものである。

20

【0011】

ここで、前記加工後の被加工物の形状測定値を予め設定した非球面形状データと比較しながら形状測定値を補正し、この補正データに基づき目標とする非球面形状に近似するように連続的に研削加工を行うカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法である。

【0012】

また前記制御装置で演算した加工データに基づき被加工物及びカップ状砥石を互いに回転させると共に移動させて連続的に研削加工を行う際、砥石回転軸のコラムに取付けられたワーク厚み測定装置により、被加工物の厚みを測定することによりワーク回転軸の上昇量を制御し、被加工物の厚みを一定に保ちながら研削加工する方法である。

30

【0013】

更に、前記ワーク厚み測定装置により、マスターとの測定データとの比較でカップ状砥石の摩耗量を算出し、カップ状砥石の取付け時または加工による経年的な摩耗による砥石形状変化を位置決め計算時に加味しながら研削加工を行う連続加工方法である。

【0014】

また、カップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工装置は、被加工物を着脱可能に保持する回転かつ鉛直方向に昇降可能なワークヘッドのワーク軸を備えたワークヘッド部と、前記ワークヘッドのワーク軸に対して直交する水平方向に移動可能なスライドテーブルと、このスライドテーブル上に設置され、前記ワーク軸に対して斜め交差する方向に回転するカップ状砥石を取り付けたホイールヘッドのホイール軸を備えたホイールヘッド部と、前記ホイールヘッド部に装着され、ワークヘッドのワーク軸に取り付けられた被加工物の厚みを測定するワーク厚み測定装置と、前記非球面レンズを取り付けたワーク軸の昇降距離、スライドテーブルの水平移動距離、及びカップ状砥石を取り付けたホイールヘッドのホイール軸の旋回移動角度を制御装置で演算した加工データに基づき制御する数値制御装置とで構成したことを要旨とするものである。

40

【0015】

ここで、前記ワーク厚み測定装置は、ホイールヘッド部の側面に設置され、測定端子がワーク軸に取り付けられた被加工物の頂点に位置するように昇降可能に取り付けられ、前記制御装置でワーク軸の上昇量を制御し、被加工物の厚みを予め設定したマスターとの比

50

較により一定の厚さ保つようにしたものである。

【発明の効果】

【0016】

この発明は上記のように被加工物を着脱可能に保持する回転かつ鉛直方向に昇降可能なワークヘッドのワーク軸を備えたワークヘッド部と、前記ワークヘッドのワーク軸に対して直交する水平方向に移動可能なスライドテーブルと、このスライドテーブル上に設置され、前記ワーク軸に対して斜め交差する方向に回転するカップ状砥石を取り付けたホイールヘッドのホイール軸を備えたホイールヘッド部と、前記ホイールヘッド部に装着され、ワークヘッドのワーク軸に取り付けられた被加工物の厚みを測定するワーク厚み測定装置と、前記非球面レンズを取り付けたワーク軸の昇降距離、スライドテーブルの水平移動距離、及びカップ状砥石を取り付けたホイールヘッドのホイール軸の巡回移動角度を制御装置で演算した加工データに基づき制御する数値制御装置とで構成したので、以下のような優れた効果を奏するものである。

10

【0017】

(a) . 目標非球面形状に創成するための被加工物とカップ状砥石とを回転駆動させながら線あたり接触させ、カップ状砥石に被加工物を切り込む方式による球面加工で曲率を変化させながら連続的に行うことにより、被加工物の非球面形状の連続加工を可能とし、加工時間の短縮、仕上げ加工機の負荷低減を図ることを可能とすることが出来る。

(b) . カップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法によって、ポイントカット研削と比較し研削能力を向上させ、段取り時間の短縮や加工時間の短縮を図ることが出来る。

20

(c) . カップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工装置を用いて加工することで、仕上げ加工の取り代を小さくでき、被加工物の生産性及び非球面レンズの光学特性を向上させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】この発明のカップ状砥石による被加工物の非球面形状の連続加工方法を実施するための被加工物の非球面形状の連続加工装置の一実施を示す概略構成説明図である。

【図2】カップ状砥石による被加工物（非球面レンズ）の非球面形状のベース曲面の曲面加工を示す拡大正面図である。

30

【図3】カップ状砥石による被加工物（非球面レンズ）の非球面形状の連続CG加工状態（非球面加工）を示す拡大正面図である。

【図4】この発明の加工方法の原理を示す説明図である。

【図5】この発明の加工方法の原理を示す説明図である。

【図6】この発明の加工方法の原理を示す説明図である。

【図7】この発明の加工方法の原理を示す説明図である。

【図8】この発明の加工方法の原理を示す説明図である。

【図9】この発明の加工方法の原理を示す説明図である。

【図10】この発明の加工工程のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

40

【0019】

以下、添付図面に基づき、この発明の一実施形態を説明する。

【0020】

図1は、この発明のカップ状砥石による被加工物（この実施形態では非球面レンズ）の非球面形状の連続加工方法を実施するための連続加工装置の概略構成図を示し、この連続加工装置は、被加工物W（非球面レンズ）を着脱可能に保持し、かつ昇降、回転駆動装置を介して、鉛直方向（Z方向）に昇降可能なワークヘッド1のワーク軸2を備えたワークヘッド部3と、前記ワークヘッド1のワーク軸2に対して直交する水平方向（X方向）に移動可能なスライドテーブル4と、このスライドテーブル4上に設置されたコラム4aに、前記ワーク回転軸2に対して斜め交差する方向に回転するダイヤモンド砥石5aを先端

50

に設けたカップ状砥石 5 を取り付けて成るホイールヘッド 6 及びホイール軸 7 を備えたホイールヘッド部 8 と、このホイールヘッド部 8 に装着され、かつワークヘッド 1 のワーク回転軸 2 に取り付けられた被加工物 W (非球面レンズ) の厚みを測定するワーク厚み測定装置 9 と、前記被加工物 W を取り付けたワーク回転軸 2 の昇降距離、スライドテーブル 4 の水平移動距離、及びカップ状砥石 5 を取り付けたホイールスピンドル 6 のホイール軸 7 の切り込み移動距離を予め制御装置 10 (コンピュータ: PC) で演算した加工データに基づき制御する数値制御装置 11 (NC 装置: numerical control) とで構成されている。

【0021】

前記ダイヤモンド砥石 5 a を先端に設けたカップ状砥石 5 は、図 2 及び図 3 に示す筒状体状の砥石本体 5 b の一端側にダイヤモンド砥石 5 a が装着されており、被加工物 W の形状、大きさによって末広がり状の筒状体や円筒体等種々のものが使用される。

10

【0022】

また、前記ワーク厚み測定装置 9 は、コラム 4 a に取り付けられたホイールヘッド部 8 の側面にエアシリンダー 12 等を介して測定端子 13 が取り付けられ、この測定端子 13 はワーク回転軸 2 に取り付けられた非球面の被加工物 W の頂点 W a に位置するように昇降可能に取り付けられ、前記制御装置 10 でワーク回転軸 2 の上昇量を制御し、非球面の被加工物 W の厚みを予め設定したマスター (製品の雛型) との比較により一定の厚さに保つようにするものである。

20

【0023】

次に、この発明のカップ状砥石 5 による非球面レンズとしての被加工物 W の連続加工方法の加工方法の原理に付いて説明する。

〔加工方法の原理〕

この発明の非球面レンズ W の連続 CG 加工は、図 6 に示すように、非球面レンズ W の非球面形状 (放物線形状) を微小区間で分割 (微分) し、非球面形状を各形状の外接球または内接球 Q の接円 Q x の集合体と考え、各々の接円をカップ状砥石 5 により、図 7 に示すように曲率を変化させながら連続的に CG 加工していく加工方式である。

【0024】

また、加工後の形状測定値をフィードバック補正することにより、加工形状の精度を 5 μm 以内とすることが可能である。

30

【0025】

〔非球面式〕

図 5 ~ 図 10 を参照しながら説明する。

図 7 において、

【数 1】

$$\text{非球面式} \quad Z = \frac{X^2}{R + R\sqrt{1 + (k+1)(X/R)^2}} + \sum (A_n \cdot X^n) \quad \dots \text{式 1} \quad \text{で表せる形状を S とする。}$$

形状 S 上の任意の点 P (X<sub>p</sub>, Z<sub>p</sub>) における加工形状を、外接円 S<sub>p</sub> とする。

40

点 P (X<sub>p</sub>, Z<sub>p</sub>) において、接線の傾き θ<sub>p</sub> を求めるため式 1 を微分する。

【数 2】

$$\frac{dZ}{dX} = \frac{X}{R + R\sqrt{1 + (k+1)X^2}} + \sum (n \cdot A_n \cdot X^{n-1}) \quad \dots \text{式 2}$$

【数 3】

式 2 より点Pの接線の傾き  $\theta d$  は

$$\theta d = \frac{X_p}{\sqrt{R^2 + (k+1)X_p^2}} + \Sigma (n \cdot A_n \cdot X_p^{n-1}) \dots \text{式 3}$$

【数 4】

点Pにおける法線L2の傾き  $\theta dh$  は

$$\theta dh = \frac{-1}{\frac{X_p}{\sqrt{R^2 + (k+1)X_p^2}} + \Sigma (n \cdot A_n \cdot X_p^{n-1})} \dots \text{式 4}$$

10

【数 5】

点Pにおける非球面Sの外接円の半径を  $R_p$  とすると

$$R_p = \frac{X_p}{\cos \left( \frac{-1}{\frac{X_p}{\sqrt{R^2 + (k+1)X_p^2}} + \Sigma (n \cdot A_n \cdot X_p^{n-1})} \right)} \dots \text{式 5}$$

20

非球面Sの頂点の座標と外接円  $S_p$  の頂点座標の差を  $\angle Z$  とする。

【数 6】

$$Z_p = \frac{X_p^2}{R + R \sqrt{1 + (k+1)(X_p^2/R)}} + \Sigma (A_n \cdot X_p^n) \dots \text{式 6}$$

30

【数 7】

$$\angle Z = R_p - Z_p - R_a \cdot \sin(\theta dh) \dots \text{式 7}$$

【0026】

実際の位置決め計算

(図 6, 図 7 参照)

【数 8】

砥石の外径 :  $D1$  内径 :  $D2$  とし  $R$  は半径  $r$  の半球とする。

40

先端の曲率を  $R0$  とし、その時の  $X$  移動量  $X0$  と角度  $\theta 0$  を求める。

$$r = (D1 - D2) / 4 \dots \text{式 8}$$

【数 9】

$$\theta 0 = \text{SIN}^{-1} \frac{(D1 + D2) / 4}{R0 \pm r} \quad (+ : \text{凸} \quad - : \text{凹}) \dots \text{式 9}$$

## 【数 1 0】

砥石の先端と実際の加工点の高さの差をDL0、径をD0とすると

$$DL0 = r(1 - \cos(\theta_0)) \quad \dots \text{式 1 0}$$

## 【数 1 1】

$$D0 = 2 \cdot R0 \cdot \sin(\theta_0) \quad \dots \text{式 1 1}$$

## 【数 1 2】

10

$$X0 = (LW - DL0 - KX) \sin(\theta_0) \pm D0 \cdot \cos(\theta_0) / 2 \quad (+: \text{凸} \quad -: \text{凹}) \quad \dots \text{式 1 2}$$

## 【数 1 3】

中心からのX軸距離がXpのところのRをRpとし、その時のX移動量Xdと角度θpを求める。

$$r = (D1 - D2) / 4 \quad \dots \text{式 1 3}$$

## 【数 1 4】

20

$$\theta_p = \sin^{-1} \frac{(D1 + D2) / 4}{Rp \pm r} \quad (+: \text{凸} \quad -: \text{凹}) \quad \dots \text{式 1 4}$$

## 【数 1 5】

砥石の先端と実際の加工点の高さの差をDL0、径をD0とすると

$$DL0 = r(1 - \cos(\theta_p)) \quad \dots \text{式 1 5}$$

## 【数 1 6】

$$D0 = 2 \cdot R0 \cdot \sin(\theta_p) \quad \dots \text{式 1 6}$$

30

## 【数 1 7】

$$Xp = (LW - DL0 - KX) \sin(\theta_p) \pm D0 \cdot \cos(\theta_p) / 2 \quad (+: \text{凸} \quad -: \text{凹}) \quad \dots \text{式 1 7}$$

## 【数 1 8】

砥石がθ傾いたときの加工点のZ座標変化：dZを求める。(図11, 図12参照)

砥石回転軸中心をO、砥石がZ軸に平行の時の砥石ノズルR中心をPo、直線Po\_Oの長さをLとする。

40

$$L = \sqrt{(LW - KX)^2 - \left(\frac{D1 + D2}{4}\right)^2} \quad \dots \text{式 1 8}$$

## 【数 1 9】

PoよりX軸に平行に延ばした直線と、Z軸の交点をQo、∠PoOQo=θtとする。

$$Qt = \tan^{-1} \left( \frac{4(KX - LW)}{D1 + D2} \right) \quad \dots \text{式 19}$$

## 【数 2 0】

砥石が  $\theta$  傾いた時の砥石ノズル R の中心位置を P1、P1より X 軸と平行の延ばした直線と Z 軸の交点を Q1 とする  
 $dZ = \overline{Q1_Q0} = \overline{O_Q1} - \overline{O_Q0}$  . . . 式 20

## 【数 2 1】

$dZ = L \cdot (\sin(\theta t + \theta) - \sin(\theta t))$  . . . 式 21

加工開始位置の角度  $\theta_0$  と  $X_p$  での加工点の角度  $\theta_p$  の Z 軸の差  $Z_p$  は

$$Z_p = Z_0 + dZ_p - dZ_0 - \Delta Z$$

$X_p$  での位置決め座標は  $(X_p \ \theta_p \ Z_p)$  となる。

10

## 【0027】

次に、カップ状砥石 5 による被加工物 W の連続加工方法を図 7 ~ 図 10 を参照しながら説明する。

## 【0028】

なお図 6 は被加工物 W の局所曲率（外接円または内接円の曲率）の CG 加工状態、図 7 は被加工物 W の連続 CG 加工状態を示したものである。

20

## 【0029】

加工手順としては、図 10 のフローチャートに示すように、先ずスタートのスイッチを入れ（ステップ（1））し、制御装置 10（PC：コンピュータ）で加工データを作成する（ステップ（2））。

## 【0030】

次に、数値制御装置 11（NC 装置）へデータを転送し（ステップ（3））し、被加工物 W のベース R の CG 加工を行う（ステップ（4））。次に、連続 CG で被加工物 W の非球面加工を行った後（ステップ（5））、被加工物 W の形状測定を行い（ステップ（6））、OK で YES の場合には加工を終了する（ステップ（7））。

## 【0031】

また NO の場合には、PC で測定値により補正データの作成を行い（ステップ（8））NC 装置 10 へデータを転送し（ステップ（9））、連続 CG で被加工物 W の非球面補加工を行って（ステップ（5））と（ステップ（6））との間の工程に戻り（ステップ（10））、同じ工程を OK が出るまで繰り返す。

30

## 【0032】

そして、全て OK が出た段階で加工を終了する。

## 【0033】

この発明の CG 加工方法では、回転可能なワーク回転軸 2 に取り付けた被加工物 W の表面にホイール軸 6 を中心として回転するカップ状砥石 5 の先端を押し当て、前記非球面レンズ W 及びカップ状砥石 5 を互いに回転させながら、かつカップ状砥石 5 を非球面レンズである被加工物 W の非球面形状に沿い、局所曲面の曲面加工位置へ移動させながら連続的に研削加工を行う連続加工方法である。

40

## 【0034】

即ち、非球面形状 W の非球面形状を被加工物 W の輪郭に沿って微小空間に分割し、非球面形状を各形状の外接球または内接球 Q の接円  $Q_x$  の集合体と仮定し、各々の接円を、カップ状砥石 5 を被加工物 W の局所曲率（外接円または内接円の曲率）により算出される旋回角度、左右、上下位置を制御装置で演算し、その加工データに基づき被加工物 W 及びカップ状砥石 5 を互いに回転させると共に旋回角度、上下、左右方向に移動させて連続的に研削加工を行う非球面レンズの連続加工方法である。

## 【0035】

50

また前記被加工物Wの加工後の非球面レンズの形状測定値を目標とする非球面形状データと比較しながら座標、指令値を補正し、この補正データに基づき予め制御装置で演算した加工データに近似するように連続的に研削加工を行い、更に前記制御装置10で作成した加工データに基づき被加工物W及びカップ状砥石5を互いに回転させると共に移動させて連続的に研削加工を行う際、砥石回転軸のコラムに取付けられたワーク厚み測定装置9により、被加工物Wの厚みを測定することによりワーク回転軸2の上昇量を制御し、被加工物Wの厚みを一定に保ちながら研削加工する。

【0036】

前記ワーク厚み測定装置9により、マスターとの測定データとの比較でカップ状砥石の摩耗量を算出し、カップ状砥石5の取付け時（ツルイーグ時）または加工による経年的な摩耗による砥石形状変化を位置決め計算時に加味しながら研削加工を行う被加工物の非球面形状の連続的に加工する方式である。

10

【0037】

以上のような加工方法により被加工物Wを連続的に加工することで、目標非球面形状に創成するための被加工物Wとカップ状砥石5とを回転駆動させながら線あたりで接触させ、カップ状砥石5に被加工物Wを切り込む方式により球面加工による非球面レンズである被加工物Wの連続加工を可能とし、加工時間の短縮、仕上げ加工機の負荷低減を図ることを可能とすることが出来る。

【0038】

またカップ状砥石5による被加工物Wの連続加工方法では、研削能力を向上させ、段取り時間の短縮や加工時間の短縮を図ることが出来、更にカップ状砥石5による被加工物Wの非球面形状の連続加工装置を用いて加工することで、非球面レンズである被加工物Wの生産性及び非球面レンズWの光学特性を向上させることが出来るものである。

20

【0039】

なお、上記の実施形態では、被加工物Wとして非球面レンズの非球面形状に連続加工方法及びその装置の実施形態について説明したが、被加工物Wとして金型を使用し、その金型の非球面形状の連続加工方法及びその装置についても適用することは可能である。

【符号の説明】

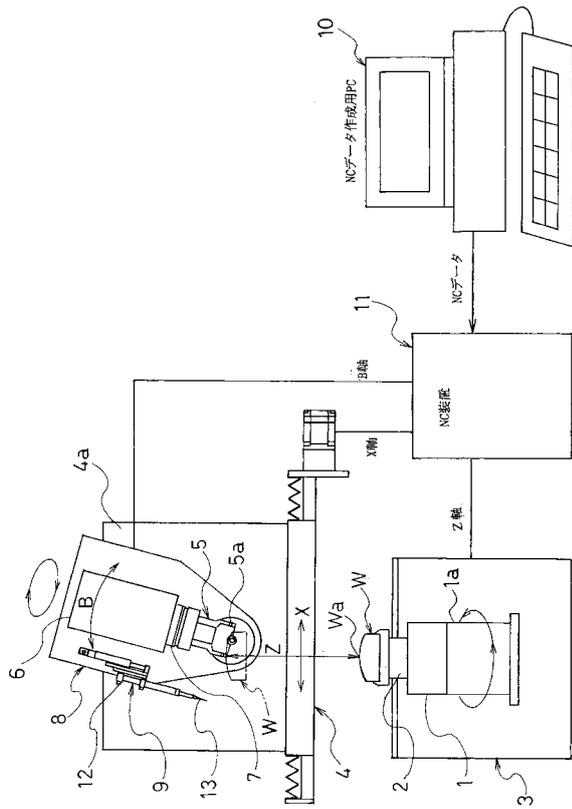
【0040】

- 1 ワークスヘッド
- 2 ワーク回転軸
- 3 ワークヘッド部
- 4 スライドテーブル
- 4 a コラム
- 5 カップ状砥石
- 5 a ダイヤモンド砥石
- 6 ホイールヘッド
- 7 ホイール軸
- 8 ホイールヘッド部
- 9 ワーク厚み測定装置
- 10 制御装置（コンピュータ：PC）
- 11 数値制御装置（NC装置）
- 12 エアーシリンダー
- 13 測定端子
- W 被加工物（非球面レンズ）
- W a 被加工物の頂点
- Q 外接球，内接球
- Q x 接円

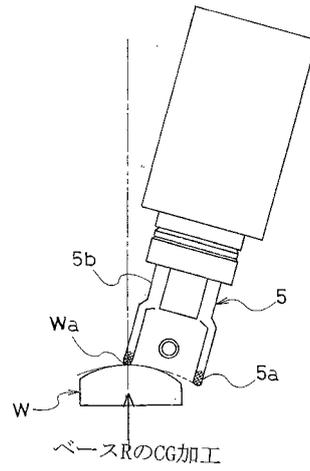
30

40

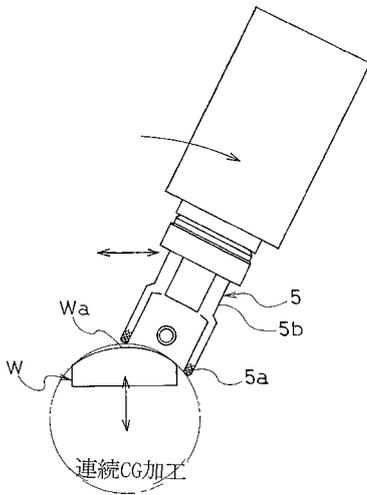
【図1】



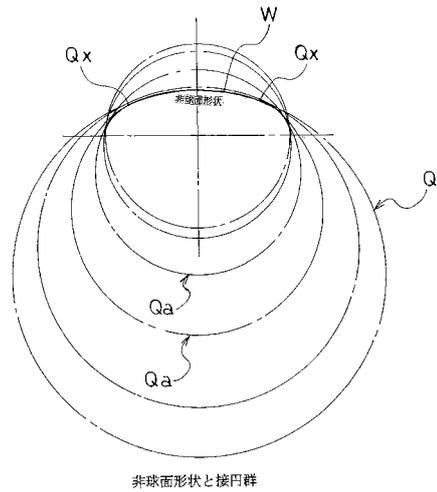
【図2】



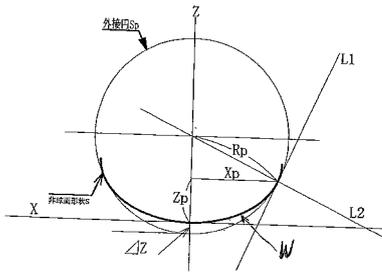
【図3】



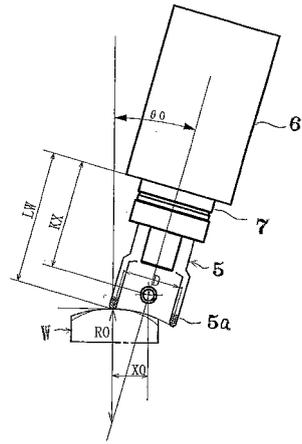
【図4】



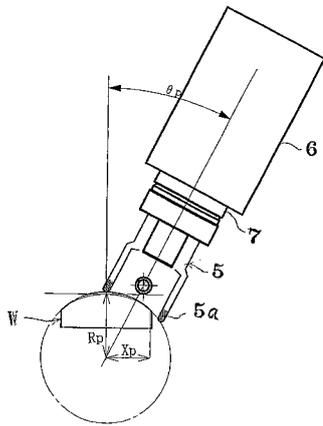
【 図 5 】



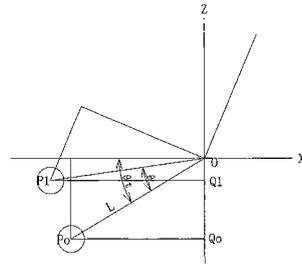
【 図 6 】



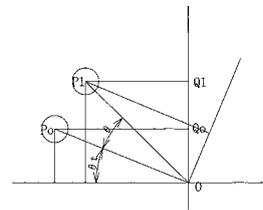
【 図 7 】



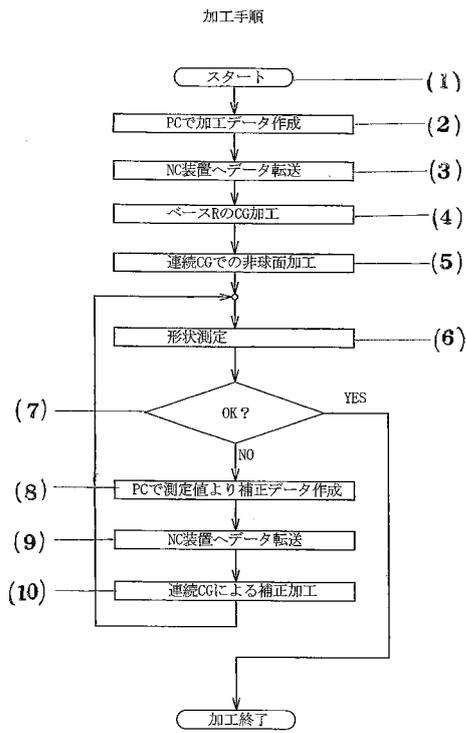
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3C034 AA13 BB12 BB21 BB32 BB50 BB92 CA02 CB08 DD20  
3C049 AA04 AA11 AA13 AB01 AB03 AB05 BA02 BA07 BA09 BB02  
BB03 BB08 BB09 BC01 BC02 CA01 CA06 CB01 CB03  
3C269 AB07 BB03 BB05 EF10 EF94