

フライアイレンズ成型用金型の光学面加工

Optical surface turning method of the one piece flyeye lens mold

松田 裕之*

Matsuda, Hiroyuki

豊泉 義孝*

Toyoizumi, Yoshitaka

The flyeye lens mold has plural rotation symmetry optical surfaces. We tried diamond turning of the one piece flyeye mold, and meet the problems of the spindle balance regulation and the position set of each optical surface center. Because all centers of these optical surfaces are apart from the mold center. So we make exclusive tool, and solved its problem. This paper gives an outline of the method and a result of the one piece mold machining.

1 はじめに

液晶プロジェクターに使用されている照明用レンズの中にフライアイレンズと呼ばれているものがある。ひとつのレンズが複数の光学面からなり、見た目がその名の通り蠅の目のようであることからこう呼ばれている。現在このようなフライアイレンズには主にガラス材料が用いられているが、近年光学用プラスチック材料の耐熱性が向上していることから、我々はこれをプラスチック材料による成形加工で創成することを考えた。そこで、成形に必要な金型の加工が課題となる。フライアイレンズの成形用金型では回転軸対称の複数の光学面形状を持つため、これを単一の部品で製作しようとする、成型用金型の中心とは異なる場所を回転軸として旋削または研磨加工することが必要となり、またその作業を光学面の数だけ複数回に分けて加工しなければならない。そのため従来は個々の光学面を一つのコアとしてバラバラに回転軸対称光学面として加工し、それらのコアを組み上げてフライアイレンズ金型としていた。しかしこの方法ではコアを組み上げる毎に個々の光学面の相対位置ズレが生じやすく、成形時にはコアの境界でバリ等が発生して高精度な成形品を安定して得ることが難しい。

そこで一体型のフライアイレンズ成型用金型の加工法を考えたので、本稿ではその概要を記述する。

2 光学面加工の方法

一般に回転軸対称形状の金型光学面加工では、ダイヤモンドバイトによる旋削加工を行う。加工機には2軸の超精密NC旋盤を使用し、主軸には真空チャックにより成型金型をセットし工具軸にはダイヤモンドバイトをセットする。成型金型を回転させダイヤモンドバイトの位置関係を加工プログラムにより制御して、回転対称光学面の切削加工を行う。

今回のフライアイレンズ成型用金型の光学面加工では、複数個ある光学面を1面ずつ、各面の中心を旋盤の主軸回転中心に合わせ直す加工方法を考案した。しかし、こ

* オプト事業部 光学開発センター

の方法では主軸の回転中心に対し成型金型の中心が偏心することにより、主軸の回転バランスが崩れ加工精度が悪化することが問題となる。そこで、我々は次のような加工ヤトイを製作し、この問題を解決し加工を行った。

3 加工ヤトイ

加工ヤトイを設計、製作するにあたり次の2点が重要である。

(1)加工光学面の主軸中心に対する位置決め方法と位置決め精度

(2)加工光学面変更時の主軸バランスの調整方法

加工光学面の位置決めについては、加工光学面の縦方向の光学面ピッチと同寸法のスペーサと、横方向の光学面ピッチと同寸法のスペーサを成型金型の外周に組み込んだ。このスペーサを組み替えることで、機械的に位置出しを行った。位置出しの精度はスペーサの厚み寸法精度により決まり、このヤトイではスペーサ厚みの累積誤差は $10\mu\text{m}$ 以下に押さえられており、位置公差の $\pm 30\mu\text{m}$ をクリアした。加工ヤトイに成型金型を組み込んで旋削加工をしているところをFig. 1に示す。

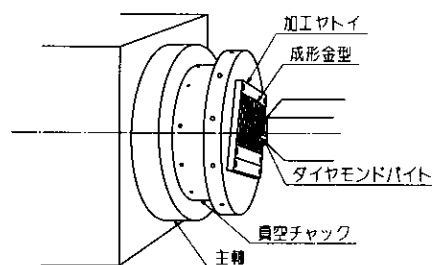


Fig. 1 旋削加工中の成型金型

加工光学面変更時の主軸バランスについては、スペーサと成型金型の材質を同一とし、また両者の厚みを極力そろえることにより、組み替え時の質量分布の変化が小さくなるようにした。組み替え後の最終的な主軸バランスの微調整は、加工ヤトイと主軸の真空チャックの外周

側面に M6 と M4 の重り（セットスクリュー）を組み込むことで行った。ダイナミックバランスモニターを用いて、加工主軸回転速度での主軸振れを $0.05\mu\text{m}$ 以内に調整した。

4 フライアイレンズ成形用金型の光学面加工

フライアイレンズ成形用金型の光学面加工フローを以下に示す。

- ①加工したい光学面の中心軸位置が加工ヤトイの中心にくるようにスペーサを組み替える。
- ②成形金型が組み込まれた加工ヤトイを超精密 NC 旋盤の主軸に取り付ける。
- ③主軸と加工ヤトイの芯出しをする。
- ④主軸バランスの微調整をする。
- ⑤光学面を切削加工する。
- ⑥加工ヤトイを取り外す。
- ⑦次の光学面を加工するために①に戻る。

一例として今回加工したフライアイレンズ成形用金型を Fig. 2 に示す。72mm×70mm の面に、球面形状（R50mm 凹面）の光学面が 20 個（5 個×4 列）配置されている。

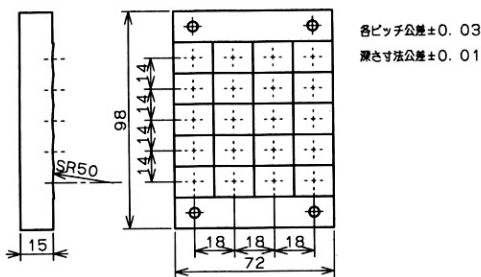


Fig. 2 フライアイレンズ成形用金型

上記の①から⑦を 20 回繰り返して 20 個すべての光学面を加工した。光学面の深さ方向寸法は最終的な切り込み位置により決定される。

また加工時には、以下の点に注意した。

- (1) 成形金型と加工ヤトイの組み替え時に誤って加工済みの光学面に触れてしまうことを考え、その可能性の少ない中心部の光学面から加工を行った。
- (2) スペーサの遊びがほとんどないため、スペーサの組み替え時には、かじらないように細心の注意を払った。

5 加工結果

Fig. 3 に光学面加工後の成形金型を示す。各光学面の形状精度は $\lambda/10$ 以内（Fig. 4）、表面粗さ $Ra 0.01\mu\text{m}$ で、フライアイレンズ成形用金型として十分高精度に加工できた。Fig. 5 に隣り合う光学面が接する部分の拡大写真を示す。各光学面の中心軸の位置ズレがなく、深さ方向寸

法も各光学面で同一であれば、光学面同志の接線は完全に十字状となる。今回加工した面については最大で $16\mu\text{m}$ 、少ない物で $2\mu\text{m}$ 程のズレが認められた。この量は全てが光学面のシフト誤差に依存すると仮定しても位置公差内である。またこの量を全て加工光学面の深さ方向誤差に換算すると、R50mm であるから $0.5\sim 4.0\mu\text{m}$ 程度となり深さ寸法公差内である。

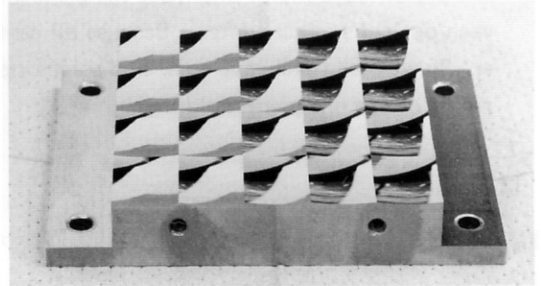


Fig. 3 光学面加工後の成形金型

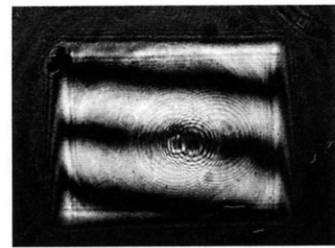


Fig. 4 光学面干渉縞写真 ($\lambda = 632.8\text{nm}$)

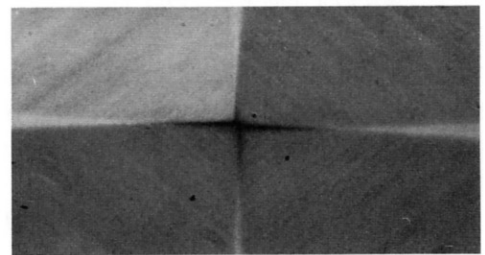


Fig. 5 光学面接線部分 (500倍)

6 まとめ

今回のフライアイレンズ成形用金型の加工方法で、従来の個々のコアを組み上げる場合と比較し、精度面、取り扱い易さという点において有利な一体金型の加工が可能であることがわかった。また、この程度の面数であれば、ほぼ同じ加工工数で各光学面形状を非球面形状にすることも可能であり、より高仕様のフライアイレンズの金型加工を実用化できる感触を得た。