

# 簡易非球面レンズ検査器の開発

Development of Aspheric Lens Tester

荒井 則一\*

Arai, Norikazu

A new interferometric method to test optical performance of aspheric lenses is described. This method employs a "null-mirror" to compensate the wavefront error of the sample lens, and can test the performance of the lens analyzing the interferometric fringe pattern. Newly developed software enables to design the null-mirror easily, and the mirror is machined precisely using SPDT (single point diamond turning). Specially designed interferometer with the null-mirror can evaluate many aspheric lenses in short period of time at production site for process control and quality certification.

## 1 まえがき

光学設計者は、より軽量コンパクトで、高性能かつ低価格なレンズの実現に日夜努力している。この目的の達成のために、近年様々な分野で非球面レンズが活用されており、魅力的なレンズが開発されている。非球面レンズを安定した品質で多量に生産するためには、生産現場における非球面レンズの評価が不可欠である。しかしながら市販の非球面形状測定機は、一般に高価で測定所要時間も長く、また測定できる形状も限られていることが多い。このため、レンズ単体で回折限界性能の波面収差が要求される光ディスク用非球面レンズを除く多くの非球面レンズは、実機テストもしくは、カメラレンズにおける投影解像力テストのような代替手段による検査によって評価されているのが実情であり、生産プロセスへのフィードバックは容易ではない。今回、主にカメラやビデオムービー用のレンズを対象とし、生産現場で短時間で簡単に非球面レンズを評価できる干渉計を開発したのでその概要を報告する。

## 2 測定原理

Fig.1はトワイマングリーン干渉計による光ディスク用非球面レンズの波面収差測定法の原理図である。<sup>1)</sup> 平行な入射波面はビームスプリッターで分割され、一方の波面は、高精度な参照平面ミラーで反射され参照波面となる。もう一方の波面は被検レンズと図示しない光ディスク基板に相当する平行平板を透過しほぼ球面状の波面となり、高精度参照球面ミラーで反射され被検波面となる。参照波面と被検波面はビームスプリッターで再度合成され干渉し、撮像レンズを通しCCDカメラにより干渉縞を観察することができる。被検レンズ、参照球面ミラーなどの位置と方向を調整することで被検波面はほぼ平面状の波面となり、干渉縞より被検レンズの波面収差を求

\* オプト事業部 オプト開発グループ

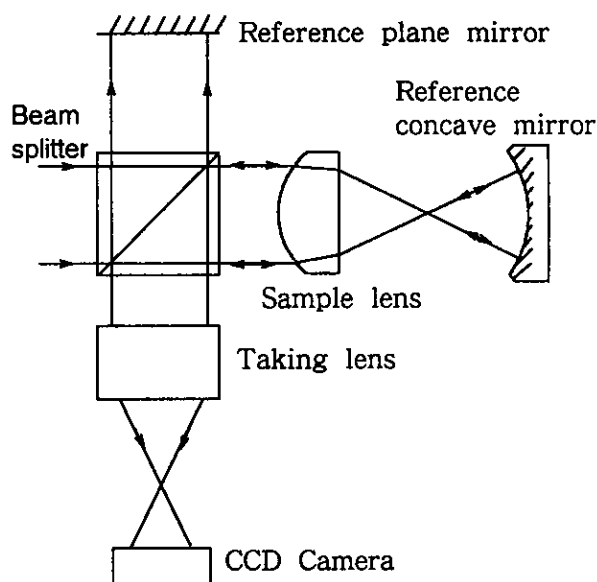


Fig. 1 Schematic diagram of Twyman - Green interferometer with spherical concave reference mirror to test diffraction limited singlet objective for optical disc

めることができる。

一般のレンズを被検レンズとした場合、Fナンバーの大きい場合などの特殊なケースを除き、被検レンズを透過した波面は、球面形状から大きくはずれた非球面波となり、被検波面も同様に平面形状から大きくはずれた非球面波となる。この結果、多数の同心円からなる干渉縞が観察されるが、この干渉縞からはレンズの評価することは通常極めて困難である。

上述の問題点を解決するためには、補正光学系を用いて被検波面を平面波に変換すればよく、補正光学系としては、多数の高精度の球面レンズから構成されるヌルレ

ンズやCGH (Computer Generated Hologram) が知られている。<sup>2)</sup> 前者は設計・製作期間も長く高価であり、またヌルレンズ自身の性能測定が困難であるといった点に問題がある。後者は製作に特殊な装置やプロセスが必要であり、また干渉縞のビジビリティが悪いといった問題がある。

参照球面ミラーを非球面化することで、被検波面を平面波に変換することができる点に着目すると独立した補正光学系を付加することなしに同じ機能を達成することができる。この非球面ミラーをヌルミラーと呼ぶこととし、ヌルミラーを使用する干渉計をヌルミラー干渉計と呼ぶこととした。

### 3 ヌルミラーの設計法・製作法

ヌルミラーの設計は既存の光学系設計ソフトの最適化手法を利用することが可能であるが、光学設計の知識が必要とされる。ヌルミラーの形状はその機能から被検レンズを透過した波面形状と同じである。従ってヌルミラーの被検レンズからの光軸上の位置を決めればヌルミラーの形状は一義的に決まる。ヌルミラー上の点の光軸からの高さを  $h$ 、頂点接平面から光軸方向への距離を  $x$ 、としたときに、 $n$  本の光線を追跡することで  $(x_i, h_i)$ 、 $(i=1 \sim n)$  がもとまる。このデータから最小自乗法によるフィッティングにより、既知の非球面形状式に関する非球面係数を求めることができる。上述の原理に基づいた専用ソフトを開発し、光学設計者でなくともヌルミラーの設計が可能となっている。

設計されたヌルミラーは、非球面金型の作成に使用される超精密切削加工機により加工される。測定は接触式の非球面測定機により実施される。ヌルミラーの加工誤差は  $0.1 \mu\text{mpv}$  以下である。

### 4 ヌルミラー干渉計

簡易非球面レンズ検査器として専用のヌルミラー干渉計を開発した。主な仕様を Table 1 に、また Fig.2 に写真を示す。また無収差の基準レンズとの対比から透過波面収差だけでなくレンズの基準面から焦点位置までの距離も合わせて測定できるようにした。Fig.3 にレンズ付きフィルムに搭載されているレンズの測定例を示す。

### 5 むすび

今回開発した簡易非球面検査器は、プラスチックレンズの量産成形現場において、成形条件の最適化、品質保証のための有効な手段として利用されている。また複数のレンズより構成されたレンズユニットに関しても、ヌルミラーを使った測定は可能であり、レンズユニットへのレンズの固定法の検討、対環境試験、品質保証への応用など幅広い用途が期待できる。

Table 1 Specifications of aspheric lens tester

Interferometer type	Fizeau-type
Light source	He-Ne laser (632.8nm) (Linearly polarized)
Aperture diameter	$\phi 40\text{mm}$
Fringe magnification	1~7 (Manual zooming)
Surface accuracy (p-v)	$\lambda/20$ (Reference flat) $\lambda/6$ (Null-mirror)
Alignment	Twin spot matching
Fringe monitoring	Video monitor
Hard copy	Video printer
Dimensions (Main frame)	W400mm × D730mm × H735mm



Fig. 2 Picture of Konica's aspheric lens tester

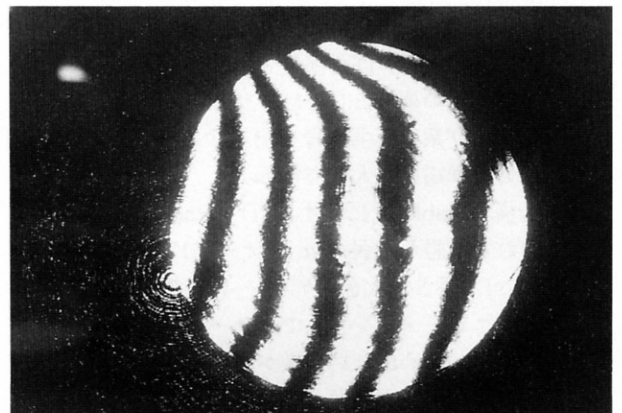


Fig. 3 Example of fringe measured by aspheric lens tester

#### ●参考文献

- 1) 小島忠: Konica Tech. Rep., 4, 10(1991)
- 2) 荒井則一: O plus E, No.124, 115(1990)