

第11回光学シンポジウム

波長変化を用いたゾーンプレート干渉計  
による非球面計測

大山永昭・辻内順平・本田捷夫

東京工業大学工学部像情報工学研究施設

〒227 横浜市緑区長津田 4259

近年、光学機器の高性能化およびコンパクト化等のために、非球面形状をもった光学部品が多く使われている。これらの部品の形状やその誤差を測定するためには、従来、基準面や計算機プログラムなどが用いられてきた。しかし、基準面を用いる方法では、基準面自体の作製精度に問題があり、また、計算機プログラムを用いるものでは、搬送周波数に制限があるため、非球面度の大きな物体は測定できないという困難さがある。

本論文で述べる手法は、ゾーンプレート干渉計における照明光の波長を変えて、半径の異なった参照球面と被験体を順々に干渉させるものである。こうすることで、通常の方法では、干渉縞が密になりすぎて測定できないような場所でも、波長変化に従って粗い干渉縞の領域が移動するため、被験体の形状およびその誤差の測定が可能となる。さらに、これらの干渉縞に対して数値解析を行なうことにより、干渉縞の位相を  $\lambda/100$  程度の精度で求めることもできる<sup>1,2)</sup>。

本手法によって凹面鏡を測定する場合の基本的な光学系を図1に示す<sup>3)</sup>。この干渉計において照明光の波長を変化させることは、ゾーンプレートの焦点距離を変化させることに対応する。すなわち、ある波長  $\lambda_0$  における焦点距離が  $f_0$  であるとする、波長  $\lambda$  における焦点距離  $f$  は<sup>4)</sup>、

$$f = \lambda_0 f_0 / \lambda \quad (1)$$

で与えられる。光軸上にある参照球面の中心を参照点と呼び、図2に示す座標系を定義すると、

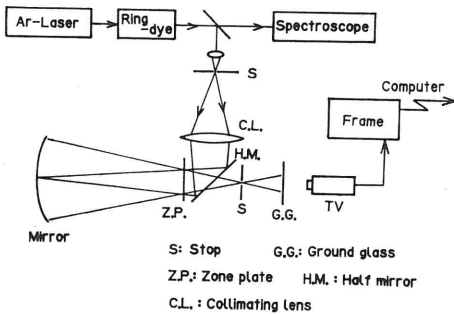


図1 ダイレーザを用いたゾーンプレート干渉計

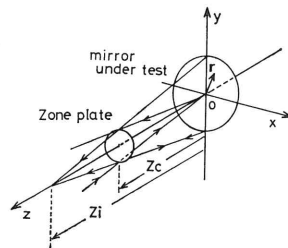


図2 座標系の定義

$$1/(Z_i - Z_c) + 1/Z_c = 1/f \quad (2)$$

が成り立つ。したがって、参照球面  $R(r, \lambda)$  は、

$$R(r, \lambda) = Z_i - (Z_i^2 - |r|^2)^{1/2} \quad (3)$$

で与えられる。被験体の形状を  $O(r)$  とすると、フリンジの次数を与える方程式は、次式で近似される。

$$(\lambda/2)n(r, \lambda) = O(r) - R(r, \lambda) \quad (4)$$

ここで、 $n(r, \lambda)$  はフリンジの次数を与えている。

いま、ミラー上の一点に注目する。(4)式から照明光の波長  $\lambda$  を変化させると、参照球面  $R(r, \lambda)$  が変化するため縞の次数  $n(r, \lambda)$  も変化することになる。このことは、言い換えると、 $\lambda$  の変化に従ってフリンジがミラー面上を動くことを意味しており、数値解析により縞の位相を決定できることになる。

図1に示すゾーンプレート干渉計を用いて、 $F/4$  の放物面鏡の形状とその誤差を測定した。実験では、照明光の波長を 578.68 nm から 586.66 nm まで 20 ステップ変化させた。それぞれの波長で得られた干渉像は、フレームメモリによりデジタル化し、ミニコンピュータを用いて処理した。数値解析法を用いて、物体と参照球面との形状の差を得た後、理想的な放物面鏡の形状を差し引いた。こうして得られた形状誤差に、わずかなティルトを与えて干渉像としたものを図3に示す。図3は、通常行なわれているナルテストによって得られる干渉像に対応している。

本論文は、波長変化を用いたゾーンプレート干渉計による非球面計測の原理と、 $F/4$  の放物面鏡を用いた実験結果について述べた。本手法は、原理的に F ナンバーの小さな凹凸面形状の測定も可能であると思われる。

文 献

- 1) N. Ohyama, *et al.*: Opt. Commun., **54** (1985) 257.
- 2) N. Ohyama, *et al.*: Opt. Commun., **56** (1986) 369.
- 3) R. N. Smartt: Appl. Opt., **13** (1974) 1093.
- 4) R. W. Meier: J. Opt. Soc. Am., **55** (1965) 987.

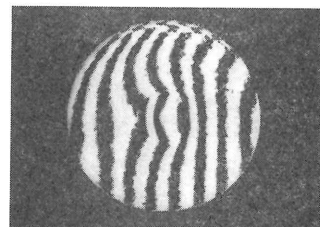


図3 形状誤差を表す干渉像 (わずかなティルトを加えてある)