

縦型球面フィゾー干渉計における重力の効果測定

Absolute Test of Spherical Concaves in a Fizeau Interferometer: Gravity Effect

産総研¹, 光産業創成大² ○日比野 謙一¹, 花山良平²Natnl. Inst. of Ind. Sci. and Tech.¹, Graduate School for the Creation of New Photonics Ind.²,○Kenichi Hibino¹, Ryohei Hanayama²

E-mail: k.hibino@aist.go.jp

球面度を測定する縦型フィゾー干渉計において、重力による被検面のたわみによる収差の増加量を測定した。開口数の高い球凹凸面は、半導体露光のコリメータや、非球面測定干渉計の参照面、三次元座標測定器 (CMM) のキャリブレーション形状としてその需要が高まっている。紫外線波長域 (@150 nm) の露光光学系では、形状精度 5nm 程度の球面が必要となり、HeNe レーザ波長 633 nm の干渉計では、 $\lambda/120$ 精度の測定が必要となる。我々は、2 球面比較 3 位置法[1]を用いて、同一の曲率半径を持つ一組の透過型球面原器 (Transmission Sphere) の絶対形状の測定を行った。

図 1 に、フィゾー干渉計での 2 球面比較 3 位置法の測定配置を示す。球面原器は口径 4 インチ、曲率半径 48 mm、球面度約 $\lambda/40$ である。3 配置での位相測定量 (傾き、球面成分を除く) $\phi_{1-3}(x, y)$ から、二つの原器の球面度 ϕ_A, ϕ_B が計算される。さて、重力下で、原器凹球面にたわみが発生し、球面度がそれぞれ $\phi_A + \phi_g$ と $\phi_B + \phi_g$ に変化したと仮定する。図 1 の配置 2 (Confocal) において、テスト球面 B を光軸回りに 30 度ずつ回転させて、それぞれの角度での位相測定値を測定した後、平均値をとる。この平均値を $\bar{\phi}_4$ で表すと、この第 4 の測定値は次式となる。

$$\bar{\phi}_4(x, y) = (\phi_A(x, y) + \phi_g(x, y)) + (\bar{\phi}_B(r) + \phi_g(x, y)).$$

ここで変数 r は光軸回りの動径で、関数が光

軸回りに対称であることを表す。既に求めたテスト面 B の球面度 ϕ_B から、別途光軸回りの回転平均を求めると、最終的に重力による収差増加量は次式で求められる。

$$\begin{aligned} \phi_g(x, y) - \bar{\phi}_g(r) = & \bar{\phi}_4(x, y) + \frac{1}{2}(\phi_3(-x, -y) - \phi_2(x, y)) \\ & - \frac{1}{2}(\phi_1(x, y) + \phi_1(-x, -y)) + (\bar{\phi}_B(r) + \bar{\phi}_g(r)), \end{aligned}$$

参照球面 A をピエゾ素子により変位させて位相シフト測定を行う際には、二つの球面の曲率中心を厳密に一致させる。しかしながら、アライメントが不完全な場合、片方の中心が、それぞれ光軸方向に沿って、あるいは光軸に垂直にずれると、観測される干渉縞位相値には、それぞれ球面収差、コマ収差が系統誤差として付加される。その大きさについても評価した。

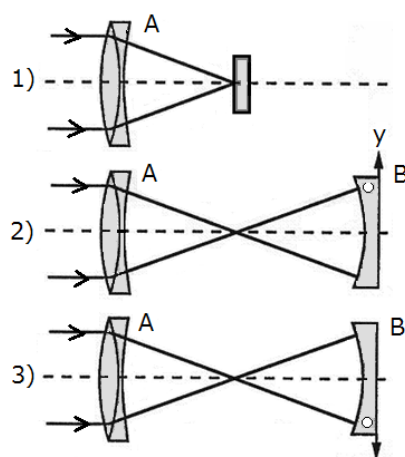


Fig. 1: Two surface comparison in absolute spherical test.

文献 [1] A. Jensen, JOSA 63, 1313A (1973).