



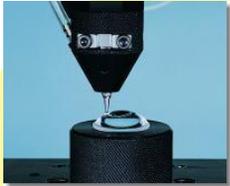
高速ナノ形状測定装置による凹球面・非球面ミラーの測定

1 背景

近年、様々な分野で非球面光学素子が応用されている



3次元測定機



- 自由曲面の形状測定が可能
- ×傾斜角の大きな形状の測定精度が悪い
- ×接触式のため試料表面にダメージ

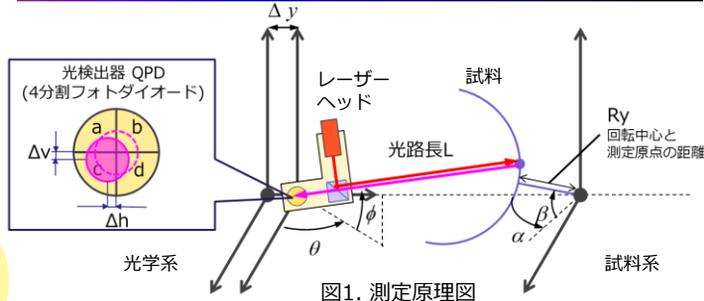
位相シフトフィゾー干渉計



- 高精度測定が可能
- ×参照面との比較測定
- ×平面、球面以外の形状の測定が困難

自由曲面を1nmオーダーで絶対形状測定できる技術はない

2 高速ナノ形状測定装置



1. 試料表面へレーザを入射
2. QPDに光が返ってくるように α 、 β 、 Δy を制御
3. 測定の間、光路長Lを一定に保つ

法線ベクトル

($\theta, \phi, \alpha, \beta, \Delta y$)、QPDのシグナル

形状導出
アルゴリズム

測定点座標

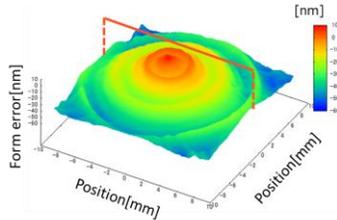
($\theta, \phi, \alpha, \beta, \Delta y, L, R_y$)、QPDのシグナル

表面形状

3 R=100 mm凹球面ミラーの形状測定

測定条件

- ・測定方式: 垂直方向ラスタースキャン
- ・測定範囲: 20 mm×20 mm
- ・スキャン速度: 120 deg/min
- ・サンプリングレート: 40 kHz
- ・測定時間: 42 min/sample
- ・測定回数: 15回



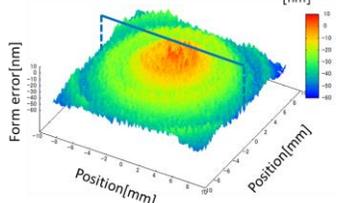
形状誤差: 66.5 nm PV

15回分の形状誤差

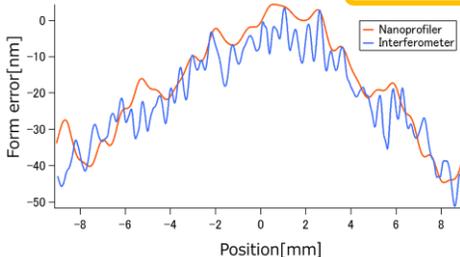
各測定点での標準偏差

平均

再現性: 0.52 nm (σ)



形状誤差: 73.0 nm PV

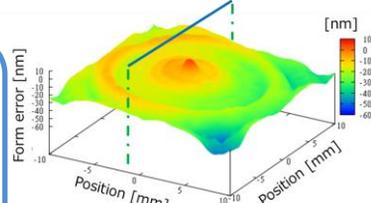


系統誤差の
範囲内で一致

4 非球面ミラーの形状測定

測定条件

- ・測定方式: 垂直方向ラスタースキャン
- ・測定範囲: 20 mm×20 mm
- ・スキャン速度: 60 deg/min
- ・最大非球面量: 235.24 nm
- ・サンプリングレート: 20 kHz
- ・測定時間: 15 min/sample
- ・測定回数: 5回



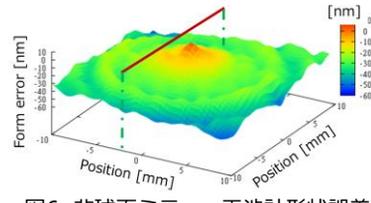
形状誤差: 59.2 nm PV

5回分の形状誤差

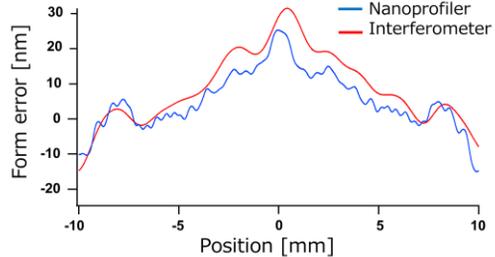
各測定点での標準偏差

平均

再現性: 0.25 nm (σ)



形状誤差: 61.4 nm PV



系統誤差の
範囲内で一致

5 まとめ

1. 高速ナノ形状測定装置による3次元形状測定の結果、凹球面ミラーの形状誤差の平均は66.5 nm PV、再現性は0.52 nm(σ)、非球面ミラーの形状誤差の平均は58.3 nm PV、再現性は0.25 nm(σ)となった。
2. 高速ナノ形状測定装置とフィゾー干渉計の2次元形状測定結果を比較とこ、2種類のミラーにおいて、表面形状は系統誤差の範囲内で一致した。
3. 組立誤差を評価できれば、系統誤差を補正することで、絶対形状を1 nm PVの精度で測定することが期待できる。