



研究課題名 次世代高精度ミラー製作のための法線ベクトル追跡型
高速ナノ精度形状測定法の開発

大阪大学・大学院工学研究科・教授

えんどう かつよし
遠藤 勝義

研究分野：機械工学

キーワード：生産工学・加工学、形状測定、精密位置決め・加工計測、超精密加工、高精度ミラー

【研究の背景・目的】

第三世代放射光施設や X 線自由電子レーザー(XFEL)では、高コヒーレンス・ナノメートルサイズの集光を可能にする高精度非球面ミラーが要求されている。一方、産業応用では、次世代半導体製造技術として、波長 13.5nm の極紫外光(EUV)を用いた EUV リソグラフィ(EUVL)技術の開発が急務である。また、可視光においても、数多くのデジタル映像機器から、10mm 以下の平均曲率半径の高精度非球面レンズが求められている。これら次世代高精度ミラー・レンズは、形状精度 1nmPV 以上が要請されている。

本研究の目的は、これら光学素子を製作するために、XFEL や EUVL から求められる最大サイズ 500mm×300mm の次世代高精度ミラーや民生用の平均曲率半径 10mm 以下の高精度レンズの非球面形状を、測定精度 1nm PV 以上、スロープエラー 0.1 μ rad 以下、測定時間 5min/sample 以下で測定できる法線ベクトル追跡型高速超精密形状測定法を開発することである。

【研究の方法】

提案した新しい形状計測法の原理を図 1 に示す。本測定法は、レーザーの直進性を基準にして、並進運動より精度が高いゴニオメータの回転運動を使い、法線ベクトルを測定する。光源から出射したレーザー光がミラー面で反射され、光源と光学的に同じ位置にある検出器の中心に反射光が戻るように 2 軸 2 組のゴニオメータを調整すれば、その点での法線ベクトルが求まる。また、y 方向並進ステージで、光路長 L が一定になるように調

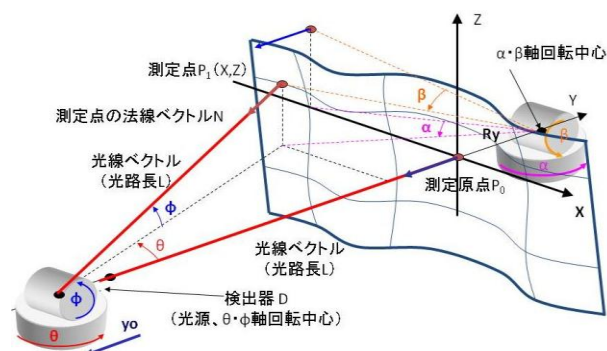


図 1 形状測定の方法

整すれば、測定点座標が決まる。そして、法線ベクトルと測定点座標から、独自に開発したフーリエ級数展開最小自乗法によって形状が導出できる。

【期待される成果と意義】

本ナノ精度形状測定法が開発できれば、本研究拠点の加工グループによって、完成した超精密加工システムによって、世界で初めて必要な局所領域をナノの精度で加工して計測することに成功する。この加工法と計測法を用いて製作した高精度非球面ミラーは、基礎科学・先端産業と幅広く貢献する。基礎科学では、①ライフサイエンス分野で活躍する細胞内を観察するナノビーム硬 X 線 CT 顕微鏡の開発、②X 線自由電子レーザーの応用を支えるフルコヒーレント集光ミラーの開発に、先端産業では、③次世代 EUV リソグラフィ用高精度非球面ミラーの開発、④高精度非球面レンズ用金型製作のための工作機械オンマシン高速ナノ形状測定機の開発に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ High Precision profile measurement of a small radius lens by Surface Gradient Integrated Profiler: Y.Higashi, T.Ueno, S.Tachibanada, J.Uchikoshi, T.Kume, K.Enami, K.Endo, SPIE symposium on "Advances in X-Ray/EUV Optics and Components IVPaper No. 7448-3, 2-6 August 2009, San Diego, CA, USA

・ Development of surface gradient integrated profiler, - precise coordinate determination of normal vector measured points by self-calibration method and new data analysis from normal vector to surface profile, Y. Higashi, T. Ueno, K. Endo, J. Uchikoshi, T. Kume, K. Enami, Proceedings of the SPIE, Vol. 7077-12, August, 2008, San Diego, CA, USA

【研究期間と研究経費】

平成 22 年度 - 25 年度
156,400 千円

【ホームページ等】

<http://www.upst.eng.osaka-u.ac.jp/21coe/atom/measure.html>
endo@upst.eng.osaka-u.ac.jp