



大口径三次元絶対形状測定システムの開発

材料力学、生産工学、設計工学
およびその関連分野

研究者所属・職名 :
計量標準総合センター・主任研究員

ふりがな こんどう よはん

氏名 : 近藤 余範

主な採択課題 :

- [若手研究\(A\)「自己校正型ロータリエンコーダを利用した大口径三次元絶対形状測定システムの開発」\(2017-2019\)](#)
- [若手研究\(B\)「自己校正型ロータリエンコーダを利用した絶対形状測定システムの開発」\(2014-2015\)](#)

分野 : 計測工学、生産工学

キーワード : 超精密計測、自由曲面、三次元形状計測、角度計測、自己校正法

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

近年、最先端の半導体業界をはじめ、光通信、計測、医療など、極めて高精度な表面形状を持つ光学部品のニーズは高まる一方である。また、天体望遠鏡用ミラーや放射光施設用X線集光ミラーなど、基礎科学分野でも超高精度光学素子が必要とされており、形状測定精度への要求は年々高まる一方である。そこで、大口径平面基板(Φ600 mmまで)を±5 nmの絶対精度(世界最高)で凹凸を測定できる形状測定装置(3D-SDP)の開発を目的とした。

●研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

大口径平面基板の高精度な表面形状測定法としては、フィゾー干渉計が最も一般的であるが、基本的に参照平面（もしくは球面）との差分測定なので、測定の絶対精度は参照面の精度によって制限され、実際にはナノメートルレベルの絶対精度を実現することは容易ではない。そこで、高精度化と大口径化を目指し、参照面が不要な絶対測定手法として、角度測定を利用した新たな方式による平面形状測定技術の開発に取り組んだ。

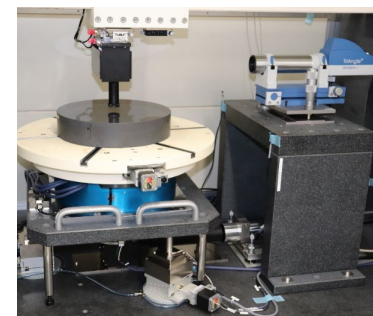


図1 開発した超高精度平面形状測定装置 (3D-SDP)

大口径三次元絶対形状測定システムの開発

材料力学、生産工学、設計工学
およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

開発技術は、物体表面の局所的な角度分布を測定し、得られた角度分布を積分して物体表面の形状を得るといったシンプルな原理に基づく測定法であり、①参照面を必要としない、②大口径の形状も測定可能、といった特徴がある。オートコリメーターを用い、そこから出射される角度測定用の光ビームを、ペンタゴンミラーを介して試料表面に当てる。ペンタゴンミラーを直線移動させて試料表面上で光ビームの当たる位置を走査し、反射光ビームの位置から、局所的な角度分布を測定する。ペンタゴンミラーを用いることで、走査に伴う運動誤差を除去できるため、高精度な角度測定ができる。得られた角度分布を積分すると、試料表面のライン形状が取得できる。また、試料を回転させて測定することで、放射状に複数のライン形状が取得できる。放射状の各ライン形状は600 mmまで測定可能である。

ライン形状測定に加え、ペンタゴンミラーを試料の回転中心からある半径位置に移動し、試料を回転させながら角度分布を測定すると円周形状も得られる。円周方向の角度分布を測定する際は、試料回転に伴う回転ステージの運動誤差が測定結果に加わる。そこで、もう1台の回転補正用オートコリメーターを用いて、運動誤差を除去できる高精度回転機構を導入してライン形状と同様にナノメートルレベルの形状測定を実現した。最終的には、ライン形状と円周形状の交差点データが一致するように、ライン形状データと円周形状データを接続すると、5 nmの絶対精度で試料の三次元表面形状（平面度）を求めることができる。

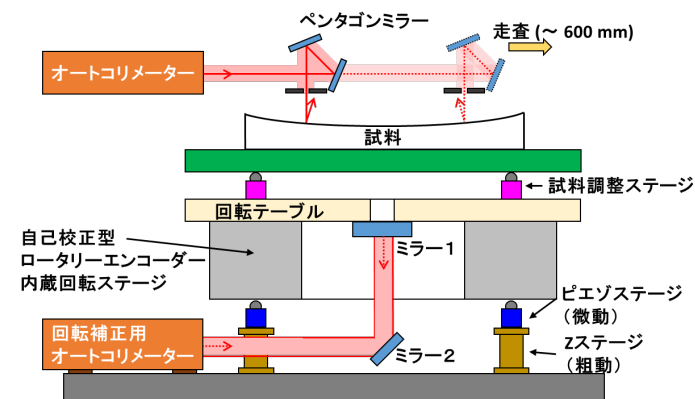


図2 超高精度平面形状測定装置(3D-SDP)の概念図

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

産総研は、国家計量標準機関として、これまでフィゾー干渉計を用いた世界最高精度（口径300 mmに対して測定精度10 nm）の平面度を標準供給している。今回、さらなる高精度化と大口径化を目指し、参照面が不要な絶対測定手法として、角度測定を利用した新たな方式による平面形状測定技術の開発に取り組んだ。今回開発した形状測定装置は、平面形状だけに限らず曲面形状も測定できるため、ミラーの絶対曲率測定などへの応用も期待できる。

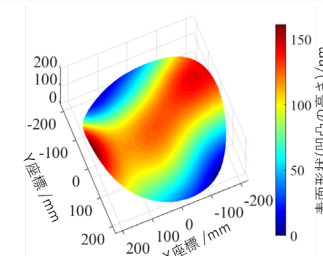


図3 Φ450mm基板の測定例