

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者指名 郭 志徹

本論文は、「波長走査干渉計の信号処理及び誤差の検討に関する研究」と題し、波長走査干渉計により三次元形状を測定する場合における、新しい信号処理手法を開発し、その誤差評価技術を確立している。

微細加工技術の進歩に伴い、微細加工面や光学部品などの表面形状の非接触、非破壊的な評価に対する要望は高まる一方である。光を用いる形状測定は非接触かつ非破壊であるため、このような用途に適した手法といえる。本研究は、レーザ応用における光計測技術である波長走査干渉計に関し、形状計測装置の開発を目指し、その計測システムの構築、自動測定の信号処理および測定精度の検討について総合的に研究を実施したものである。

まず、高速、高精度な表面形状の測定を実施するために、電子制御波長可変レーザ (Electronically tuned laser) やマルチポット高速 CCD カメラ (MCCD)、波長走査干渉計、光ファイバ、同期制御用信号発生ユニット (Signal generator unit)、計測用計算機 (Measurement PC) などの装置により波長走査干渉計自動測定システムを構築した。計測用計算機を用い、同期制御用信号発生ユニットを介して、可変レーザに波長を走査させながら MCCD から対象物の干渉信号を同期に取り込む。干渉信号の自動周波数解析により対象物の表面形状を得られる。可変幅が約 170 nm の広帯域波長可変レーザを用いて、従来低かった波長走査干渉計の分解能を約 2 μm まで大幅に高めることに成功した。

波長走査干渉計に対する信号処理は、信号の前処理や周波数の解析及び補間法などを用い、信号処理の手順を決めることにより自動化を完成した。波長走査干渉法における膨大なデータに対して、信号の解析を高速化、自動化するために、信号処理の手順を考え、コンピュータによる自動解析を実現した。さらに、周波数の検出に補間法 (peak interpolation) を用いることによって測定分解能を 0.04 μm まで向上させ、実際に連続している表面形状を滑らかに検出することができた。

誤差推定法の確立により、測定結果に対する不確かさが評価できる。測定結果に不確かさを評価することによって、測定データ量の減少や走査測定による測定結果の張り合わせの処理などに対して重要な評価手法が確立された。

以上のように、本論文は、高速波長可変レーザを用いた形状測定システムを開発したばかりでなく、このシステムを高精度化するための信号処理手法、誤差推定手法を確立した有用なシステム構築が行え、工学的に大きく寄与すると考えられる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。