

【基盤研究(S)】

理工系(工学)



研究課題名 超高精度光ナノグリッド基準と光絶対スケールコム 創出が拓く精密光計測フロンティア

東北大学・大学院工学研究科・教授 高 偉

研究課題番号: 15H05759 研究者番号: 70270816
研究分野: 生産工学・加工学
キーワード: 精密位置決め・加工計測、超精密計測

【研究の背景・目的】

レーザ干渉計などに代表される光計測技術の進歩により、現在ではナノ域精度が実現されている。その一方で、ビックサイエンス、スペーステクノロジーなどの分野では、ナノ域からピコ域へと、より一層の高精度化への要求が高まってきている。更に、半導体製造装置などの産業用先端機器においては、機能の複合化に伴う計測の多軸化が進んでいる。

その一方で、従来の計測システムでは、基準となるレーザ波長の揺らぎ等の影響でナノ域の安定性が限界となっている。また、多軸計測の実現には単軸計測センサを複数組み合わせる必要があるが、それに伴い累積する誤差が無視できない。そのため、新しい高安定基準に立脚した多軸精密光計測学によるピコ域高安定計測の実現が課題となっている。

申請者らは、グリッド基準を用いた多軸光センサと自律校正法を基盤とした精密ナノ計測学を構築してきた。本研究では、ピコ域の超高安定性を有する超高精度大面積光ナノグリッド基準と多軸光絶対スケールコムを創出し(図1)、次世代のピコ域精度を実現する精密光計測のフロンティアを切り拓く。

【研究の方法】

1. 大面積高安定光ナノグリッド基準の創出

高精度干渉グリッド定在波をフォトレジスト層に露光する波面分割型2軸干渉光学系を構築して、大面積フォトレジストナノグリッドを高精度一括露光する。さらに、それをマスクにしてガラス基板をエッチング加工することで、従来の軟質金属より高安定なガラス製光ナノグリッド基準を実現する。

2. 光ナノグリッド基準の一括自律校正法の提案

レーザ干渉形状測定機を用いて、ナノグリッドピッチ誤差と平面度を評価する手法を確立する。測定機の参照平面誤差を一括で求められる誤差分離型自律校正法の導入により、外部基準に制限されずに、干渉形状測定機の安定性限界の精度での3次元ナノグリッド構造全面評価を実現する。

3. 超高精度光絶対スケールコムの提案

光ナノグリッド基準と光周波数コムの融合により、光絶対周波数コムを10 pm級多軸光絶対スケールコムに変換するユニークな新学理を確立する。光周波数コムの超高安定性を生かした、超高安定な多軸光

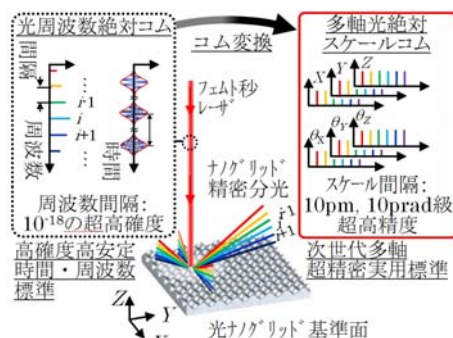


図1 多軸光絶対スケールコム

絶対スケールコムの創出により、ナノ計測からピコ計測へのパラダイムシフトを実現する。なお、本研究ではGPS同期による光絶対スケールコムの更なる高精度化も模索する予定である。

【期待される成果と意義】

本研究が実現すれば、ノーベル物理学賞を受賞した光周波数コムに基づく光絶対スケールコムを基盤とする、次世代超精密光計測学を切り拓くことができ、その学術的意義が極めて高い。光絶対スケールコムは、各種生産加工現場を国家標準とダイレクトにリンクさせることができる。また、多軸変位角度の新しい国家標準の確立への寄与など、産業的科学的波及効果が期待される。これにより、Industry4.0に代表される、新しい産業形態へのパラダイムシフトに必要な標準・基盤技術の提供が実現する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- X. Li, W. Gao, et al., A two-axis Lloyd's mirror interferometer for fabrication of two-dimensional diffraction gratings, CIRP Annals-Manufacturing Technology, 63, (2014) 461-464.
- W. Gao, Precision nanometrology: sensors and measuring systems for nonmanufacturing. London: Springer (2010).

【研究期間と研究経費】

平成27年度-31年度 77,700千円

【ホームページ等】

<http://www.nano.mech.tohoku.ac.jp/gaowei@nano.mech.tohoku.ac.jp>