

光定在场スケールを用いた 非接触三次元計測

大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 教授 高谷裕浩

技術概要

●技術概要

- ✓ ナノメートルオーダーの変位計測技術

本課題では、光定在场を基準スケールとして用いる次世代の非接触変位計測技術のコア技術に関するシーズ提案を行っている(計測原理等詳細は別紙参照)。

●従来技術との比較

リニアエンコーダーはガラス製グレーティングを利用。変位計測データを保証するための保守、調整に高度な技術が必要。

●特徴

- ✓ 光干渉による定在场をスケールとして利用

定在场を形成する干渉縞の間隔が光の波長単位で保証されるため、定在场スケールはその校正が不要である。

グレーティングなどの基準スケールを設置する必要がないことから、従来の変位計測器と比較して、小型化、構造の簡素化が容易であり、測定位置にスケールを重ねられるため、アッペの誤差が生じず、変位測定性能が向上することが期待される。

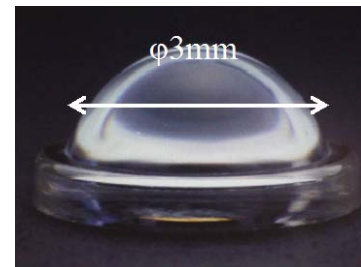


図1 測定サンプル(レンズ)

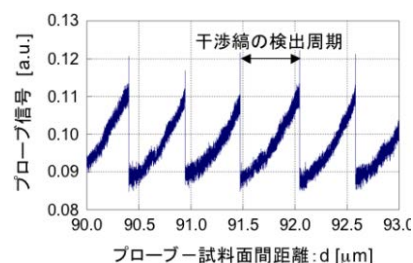


図2 プローブ応答信号

プローブと試料間の距離の変化に伴って、検出信号が、周期的に変化する。1周期毎の信号変化で、定在场スケール間隔(1/2波長1064/2=532nm)分の変位が検出される。プローブ信号の傾きは、測定面の傾きに対応する

実用化イメージ

- ✓ 精密加工分野における非接触三次元形状計測技術への応用
- ✓ 定在场スケールを用いた小型高精度変位センサの開発
- ✓ 難計測形状の計測技術の開発[例:回折光学素子(図3)]
 - 一段差形状 高低差100 μm 超の段差形状100μm
 - 一エッジ形状 曲率半径20 μm エッジ形状
 - 一急傾斜面 最大傾斜角70° の斜面形状

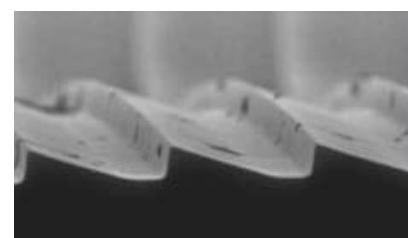


図3 回折光学素子

知財状況

●公開番号

WO2010/125844 (学内整理番号; G20090042(K20080464))

研究者からの一言

本シーズでは、光波長という長さ基準をスケールとして用いるため、位置検出プローブの変位計測の高精度化と変位計測値の絶対評価が可能になると考えられます。本シーズの実用化により、マイクロメートルオーダーの三次元形状測定の高精度化と測定値の信頼性向上が期待されます。

研究者情報

部局・専攻: 大学院工学研究科 機械工学専攻

役職・氏名: 教授 高谷裕浩

研究室URL: <http://www-optim.mech.eng.osaka-u.ac.jp/>

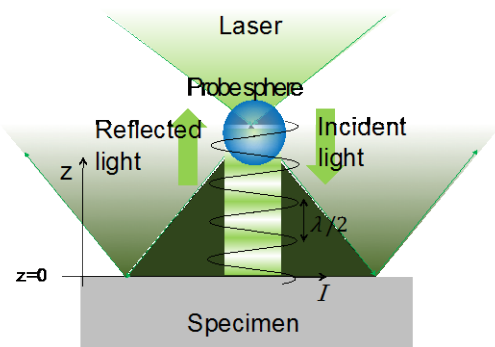
(別紙)光定在場スケールを用いた非接触三次元計測原理

大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 教授 高谷裕浩

測定原理

●定在場形成原理

トラッピングレーザの透過光と試料面での反射光との干渉により、定在場と呼ばれる干渉場が形成される



●定在場の干渉強度周期

透過光

$$u_1 = a_1 \cos(\omega t - 2\pi z/\lambda)$$

反射光

$$u_2 = a_2 \cos(\omega t + 2\pi z/\lambda + \pi)$$

→ 合成波 $u = u_1 + u_2$

合成波の強度分布は

$$I = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(4\pi z/\lambda)$$

強度分布は周期 $z = \lambda/2$

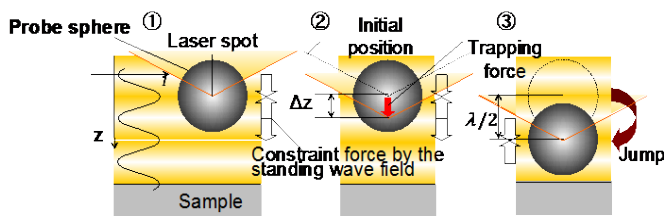
a_1 透過光の振幅
 a_2 反射光の振幅
 λ レーザの波長
 ω レーザの角周波数

定在場の干渉強度周期 $z = \lambda/2$ を計測スケール長とする

これを定在場スケールと呼ぶ

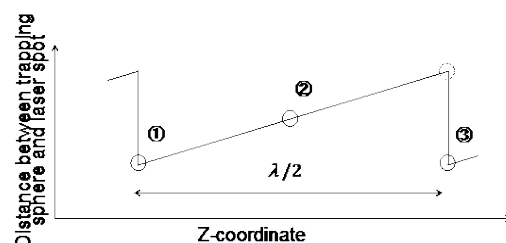
●定在場中でのトラップ球の運動

定在場による拘束力とレーザトラップによる補足力との関係で球は干渉強度周期に応じた運動をする



●プローブ信号

レーザスポットとトラップ球との距離を信号として取り出すと、運動に応じて周期的な波形が得られる



- ② 球とレーザスポットの距離に応じてトラップ力は大きくなる
- ③ 定在場による拘束力をトラップ力が上回ると次の干渉強度最大の位置へ球がジャンプする

干渉強度周期分($\lambda/2$)の表面の変位を読み取ることができる
→ 定在場スケールを用いた計測に繋がる

●定在場スケールを用いた計測原理

試料面上方を水平方向に走査すると、トラップ球と試料面との距離に応じた信号が得られる

信号からスケール長による表面形状を再構築することが可能となる。

