

2 波長合成レーザ干渉計測法による段差計測

Dual Wavelength Interferometry for Surface Step Height Measurement

新潟大院自然研¹, 新潟大工², [○](M1)宗村 章平¹, 崔 森悦², 鈴木 孝昌¹, 佐々木 修己²

Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.¹, Department of Electrical and Electronics Engineering, Niigata Univ.², [○]Shouhei Munemura¹, Samuel Choi², Takamasa Suzuki¹, Osami Sasaki²

E-mail: schoi@eng.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

波長以上の段差を計測するためには、従来から白色干渉計または低コヒーレンス干渉計が用いられている。しかし、段差が光源のコヒーレンス長よりも長い場合、段差間の干渉信号は減衰し測定不能となる。本研究では、波長の違う2台の半導体レーザダイオードを用いた2波長合成光波によって測定範囲の広い段差形状計測及び段差間距離の計測を可能にする。本報告では2波長成分の強度比が干渉位相に与える影響について実験的に検討を行った。

2. 原理

2つの異なる波長 λ_1 及び λ_2 のレーザ光を合成した干渉信号 S は、 $S=(A_1+A_2)\cos(2\sigma_s L)\cos(2\sigma_l L)-(A_1-A_2)\sin(2\sigma_s L)\sin(2\sigma_l L)$ となる。ここで、 A_1 、 A_2 は干渉振幅を表し、 L は干渉計の光路差である。 A_1 と A_2 が等しい場合は、合成干渉波は二つの波数 σ_s 及び σ_l によって周期的となっておりそれぞれ、 $\sigma_s=(\sigma_1+\sigma_2)/2$ 、 $\sigma_l=(\sigma_1-\sigma_2)/2$ となる。ここで $\sigma_1=2\pi/\lambda_1$ 、 $\sigma_2=2\pi/\lambda_2$ は各レーザの波数である。即ち干渉ピークは $L_A=\pi/\sigma_l$ で繰り返されるのでこの長さが段差計測範囲になり、 $L_P=\pi/\sigma_s$ が、位相が0から 2π となるフリンジ間隔となる。しかし、 A_1 と A_2 が等しくない場合は、 $\sigma_s=(A_1\sigma_1+A_2\sigma_2)/(A_1+A_2)$ となるため、フリンジ間隔 L_P は強度比に応じて変化する。これは残留干渉信号から段差間を計測する本手法において2波長の強度比が極めて重要となることを示唆する。

3. 実験及び考察

Fig.1に2波長合成レーザ干渉計による段差形状測定の実験系を示す。波長 λ_1 : 657.7 nm、 λ_2 : 775.5 nmのファイバー出射型レーザダイオードをファイバーカプラーで合波し、コリメート光を参照ミラーと段差物体に当て、CCDカメラによって干渉縞を観測した。参照ミラーはピエゾアクチュエータによって操作し光路差を掃引した。Fig.2に得られた段差の干渉縞画像を示す。 L_A 及び L_P による二重の干渉縞が確認された。Fig.3にある1点の干渉信号の実測値と原理から求めたシミュレーションの分布を示す。実験では強度比 $A_1:A_2=1:1.5$ で $L_P=723.7$ nmとなり、シミュレーションで求めた値723.6 nmと0.1 nm以内の精度でほぼ一致した。

多波長成分の強度により干渉位相が影響を受けることは、白色干渉法も含めて今まであまり議論されていなかった。本研究では干渉位相の周期に与える影響を実験で観測し、理論式との比較を通して原理確認を行った。

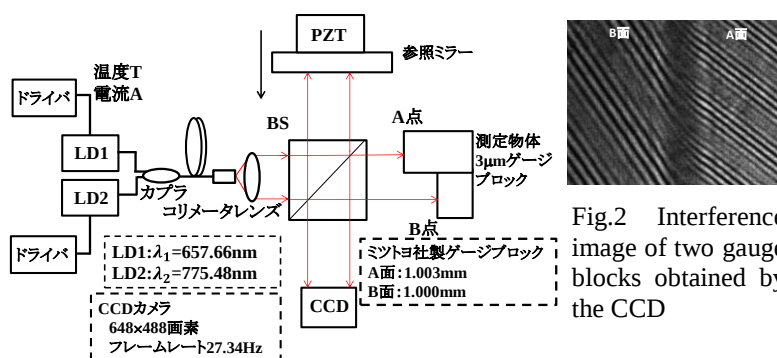


Fig.1 Experimental setup

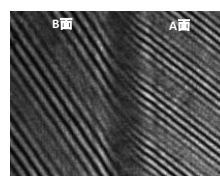


Fig.2 Interference image of two gauge blocks obtained by the CCD

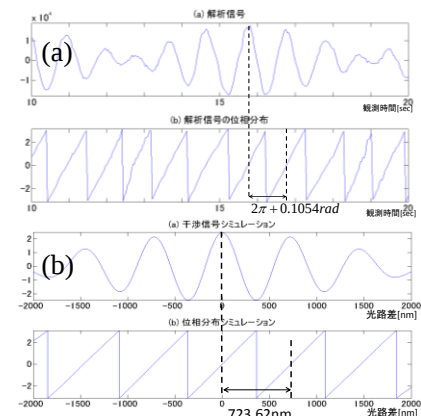


Fig. 3 Interference distributions, (a) experimental results, (b) Simulation

謝辞 本研究は、科研費 16H03164 の助成によって行われた。

参考文献 [1] T. Dresel, G. Hausler, and H. Venzke, Appl. Opt. 31, 919 (1992).
[2] L. Deck and P. de Groot, Appl. Opt. 33, 7334 (1994).