

広視野ヘテロダイン干渉計による 2 次元面の一括振動分布計測

2-D surface vibration measurement using large field of view heterodyne interferometer

新潟大学工学部², 新潟大学自然科学研究科¹ ○丸山 悠太¹, 崔 森悦², 鈴木 孝昌¹

Department of electrical and electronics engineering, Niigata University¹, Niigata University, Graduate School of Science and Technology², °Yuta Maruyama², Samuel Choi¹, Takamasa Suzuki²

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

従来のヘテロダイン干渉計は高速に振動する測定物体のドップラー効果を利用し、一点のプローブ光による高速、高精度な振動計測が可能である。しかしながら、広い測定面においてはビームを空間的にスキャンしながら計測する必要があり、測定時間の制限と隣り合う測定点との整合性を取ることが難しい。

本研究では振動面の周波数と変調された参照光のビート周波数を CCD カメラによって計測することで、数 10 kHz で振動する物体表面の時間的な微小変位を広範囲で一括測定できる広視野ヘテロダイン干渉法を提案する。

図 1 に実験装置の概略を示す。波長 600 nm、コヒーレンス長数 mm のレーザーダイオードから照射された光波がビームスプリッタにより 2 つの光路に分けられ、それぞれ参照ミラーと測定表面で反射され、再びビームスプリッタにより結合し CCD カメラによって干渉信号が観測される。参照ミラーと測定表面をそれぞれ周波数 f_r, f_s , 位相変調の振幅 Z_r, Z_s で振動させた場合、CCD 上で計測される干渉信号は

$$S_h \propto \cos(\alpha_0) [J_0(Z_r)J_0(Z_s) + 2 \sum_{m=1}^M J_m(Z_r)J_m(Z_s) \cos\{2\pi m|f_r - f_s|t + m(\varphi_r - \varphi_s)\}] \quad (1)$$

で与えられる[1]。ビート周波数を CCD の帯域である 100 Hz 程度以内に設定することで、(1) 式の高次成分はほとんど検出されず、1 次の成分 $J_1(Z_r)J_1(Z_s)\cos(2\pi|f_s - f_r|t + |\varphi_r - \varphi_s|)$ が検出される。

検出された 1 次の信号のフーリエ解析によ

ってビート周波数と位相を検出し 2 次元面の振動分布を再構成する。

実験では参照面と測定表面をファンクションジェネレータ (FG) でそれぞれ、 $f_r=1000.0\text{Hz}$ と $f_s=1008.1\text{Hz}$ で正弦波状に振動させた。CCD カメラで干渉信号を 2 次元平面で計測し、高速フーリエ変換によって約 8.1Hz のビート周波数を得た(図 2(a))。また図 2(b)に参照面と測定面の 2 次元位相差分布を示す。

本研究では広視野ヘテロダイン干渉計を提案し、既知の参照面の周波数と測定されたビート周波数を用いて物体平面の振動分布を求めることができた。

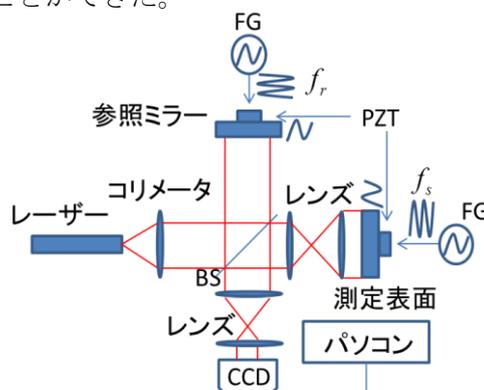


図 1 実験装置の概略図

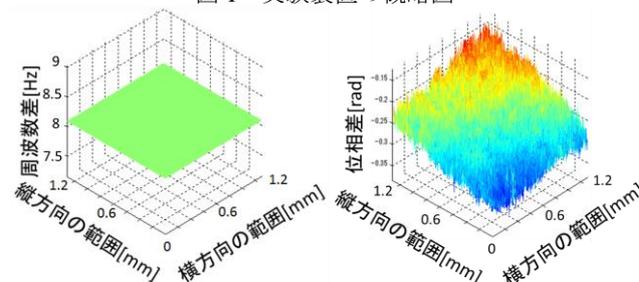


図 2(a) 2 次元周波数分布

(b) 2 次元位相差分布

参考文献

[1] S. Choi, T. Watanabe, O. Sasaki, and T. Suzuki, Proc. SPIE 8839. (2013)