

レーザスペckルを用いた振動変位分布絶対値の評価とレーザパルス法の検討

Evaluation of absolute value of vibration displacement distribution using laser speckle and examination of laser pulse method

都立大 SD¹, 太陽誘電 MT², 都立大理工³, 渡部泰明¹, 王景², 原健悟³

TMU¹, Taiyo Yuden MT², TMU³, Y. Watanabe¹, J. Wang², K. Hara

E-mail: y.watanabe@ieee.org

1 はじめに

Laser Speckle 法(以下 LS と略)は、圧電デバイス表面を可視化する方法であり、様々な手法が用いられている[1,2]。近年では圧電デバイス、特に水晶振動子の動向として携帯機器の高周波化に伴いデバイス素子を梨地面(凸凹面)から鏡面に仕上げる方法が主に用いられており、我々の研究でも鏡面に対する評価を行っていた[2]。一般に使用される水晶 AT-cut は厚み滑り振動であり、レーザ入射角をなるべく水平に近い状態に維持できないかという問題があった[2]。

本研究では、当時入手困難だった UV (紫外: Ultraviolet) 波長に対して、鏡面に対する自由な入射角度等を制御することを目的に、まず鏡面の反射率を調べる方法、および LS 干渉の検討をしたものである。さらにレーザパルス法が LS 干渉に用いられているが[3]、レーザ光の相対角度とデューティ比を精密に求める手法は存在しなかった。

今回、鏡面の反射率を調べる方法、LS 干渉法を検討し、レーザパルス法を具体的に実施したので報告する。

2 実験および結果

圧電振動子に対しレーザ光を照射し、そのスペckルパターンを CCD カメラで集結させ、相関関数の逆数で処理し、振動姿態を観測する手法を LS 法と呼ぶ[1]。これに対し王等は圧電デバイス鏡面で加工された振動子面を自由に入射角を広げる手法を考案した[3]。Fig. 1 は、今回発表のキャリブレーションシステムである。SC-cut 水晶振動子を用いた 1/相関値処理の結果、大凡振動変位絶対値は 115 nm(+8dBm)であった。これは水晶発振周波数で用いられる電力レベルでは 1.5 nm 以下であることより妥当と言える。

さらに、レーザパルス法について検討した結果を示す。レーザパルス法は、同期した圧

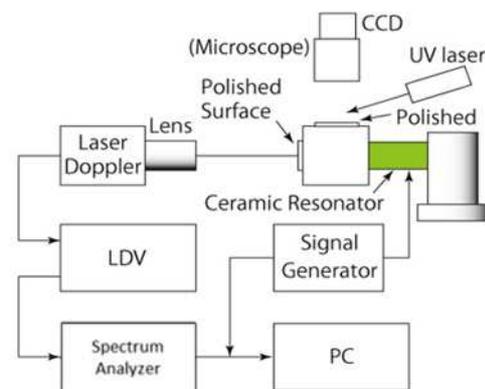


Fig. 1. Calibration system for absolute vibration displacement of polished surface resonance in laser Doppler measurement system and laser speckle interference

電振動子にレーザをストロボ光で照射することで、非常に感度良く振動子の様子を明らかにするものである[4]。Fig. 2 は梨地面円形 AT-cut 水晶振動子を LS 干渉で示したものであり、それぞれ 90° と 180° を示したものである。

これより 180° の方がより鮮明差が大きくなることが分かる。この検討は始めたばかりで合って今後検討を行うつもりである。

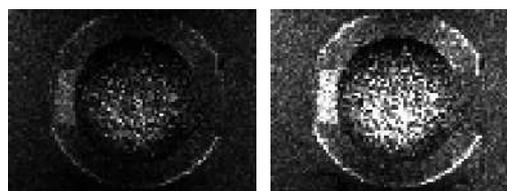


Fig. 2. Laser-Pulse methods; (a) 90° and (b) 180° that are synchronize with resonator frequencies.

参考文献

- [1] Y. Watanabe, et. al., IEEE Trans. on UFFC, vol. 51, no. 5, 2004.
- [2] Y. Watanabe, et. al., Acoust. Sci. & Tech. .23, No.5, 2002
- [3] J. Wang, et.al., IEEE Transdisciplinary-Oriented Workshop for Emerging Researchers, 2020
- [4] Y. Watanabe, et. al., JJAP, Vol. 44, No. 6B, 2005,