

マイクロチップレーザにおける自己光混合干渉法による超音波計測

Ultrasonic measurement by self-mixing interferometry using micro-chip laser

東芝エネルギーシステムズ(株)¹, 分子研², 理研³

○星 岳志¹, 菅原 あずさ¹, 山本 摂¹, 川崎 泰介^{2,3}, 平等 拓範^{2,3}

Toshiba Energy Systems and Solutions Corp.¹, Institute for Molecular Science², RIKEN³

○Takeshi Hoshi¹, Azusa Sugawara¹, Setsu Yamamoto¹, Taisuke Kawasaki^{2,3}, Takunori Taira^{2,3}

E-mail: takeshi.hoshi@toshiba.co.jp

【背景】レーザによる光音響効果イメージングはコンクリートによるインフラ、溶接を伴う製造物から生体にかかる様々な分野で遠隔的に非破壊に検査できる手法として注目されている。例えば溶接中の高温の溶接ビード上にレーザを照射し、発生した欠陥をその場で検出する溶接インプロセス検査などが実用化されている [1]。しかし、レーザ超音波法の適用先を拡大するにはレーザ発振器、レーザ干渉計などにより構成される計測システム全体の小型化、低価格化、そして装置構成の簡易化などを実現する必要がある。一方、マイクロチップレーザは、マイクロチップと呼ばれる薄片結晶を半導体レーザで励起するだけで単一縦モードのレーザ発振が可能な超小型固体レーザとして知られている [2]。そこで、本研究では、マイクロチップレーザにおける自己光混合干渉法 [3] を、鋼材の溶接部などを対象としたレーザ超音波検査に応用することを試みている。今回は、超音波計測性能を評価した結果について報告する。

【実験・結果】 Fig.1 に実験体系を示す。マイクロチップとして Nd:YVO₄ の結晶を選定した。波長 808nm の半導体レーザが結晶を励起することで得られた 1064nm の連続レーザ光を、20mm 厚のステンレス鋼平板表面に照射し、平板の裏面側から圧電素子により 5MHz の超音波を 10ms 間隔で送信した。超音波により振動する平板表面にマイクロチップレーザからの出力光が照射されると、ドップラシフトした反射光がマイクロチップに帰還する。その際にマイクロチップで発生する変調波をビームスプリッタにより分岐し、フォトディテクタで受信した。受信信号は超音波の送信 1 回毎に PC に収録しており、Fig.2 は送信 100 回分の受信信号を加算平均した結果である。20mm 厚のステンレス鋼平板の裏面から送信された超音波は、ステンレス鋼中の超音波の音速が約 5800m/s であることから、約 3.5 μ s (T) 後に表面に到達する。超音波送信時刻 $t = 2.5 \mu$ s の約 3.5 μ s 後に第一波のピークが検出された。第二波以降は、平板の表面－裏面間を往復した超音波が約 7 μ s ($2T$) 周期で検出されたものと考えられる。本結果からマイクロチップレーザの自己光混合干渉法により 5MHz の超音波が計測できることが確認された。

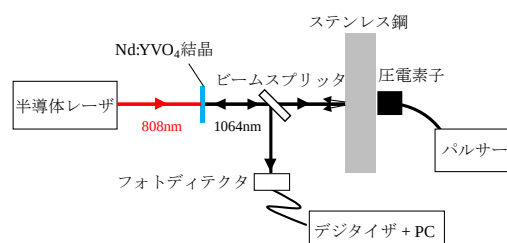


Fig. 1 Experimental system for ultrasonic measurement

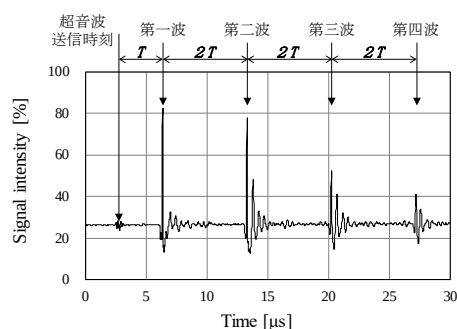


Fig. 2 Arithmetically averaged signal data

[1] S. Yamamoto et al., Materials Transactions, Vol. 55, No. 7, 998 (2014)

[2] T. Taira et al., Optics Letters, Vol. 16, No. 24, 1955 (1991)

[3] K. Otsuka et al., Optics Letters, Vol. 27, No. 15, 1339 (2002)