

エバネッセント光による超音波の励起と指向性に関する研究

Study on Generation of Ultrasound and its Directivity by Evanescent Light

長岡技科大工¹、長岡技科大院工² °松谷 巖¹、的崎健斗²、井原郁夫¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, Grad. School of Nagaoka Univ. of Tech.²,

°Iwao Matsuya¹, Kento Matozaki², and Ikuo Ihara¹

E-mail: matsuya@mech.nagaokaut.ac.jp

URL: <http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/~ihara/>

【はじめに】

レーザ超音波計測は、レーザ光を用いて材料の内部や表面に高周波弾性波を励起し、それをレーザ干渉計等により検出することによって、材料の機械的特性評価や温度分布計測、損傷診断等を可能にする優れた手法である。また、レーザ超音波計測のさらなる高精度化・高分解能化を実現するために、近年、近接場光学を利用した超音波計測用プローブが提案されている^[1]。しかしながら、照射レーザのスポット径は光波の回折限界によって物理的に制限されるため、光の波長以下の極小領域での超音波の発生が実現できていない。そこで我々は、エバネッセント光を利用した極小領域における超音波の発生について検討している^[2]。本稿では、エバネッセント光による超音波の励起の確認と、指向性の計測による超音波の特性について報告する。

【実験方法】

図 1 に実験概要を示す。厚さ 3 mm のアルミニウム試料にプリズムを密着させ、レンズで集光したパルスレーザを全反射させて ($\theta_1=67.3^\circ$) エバネッセント光を発生させる。それによって励起した超音波を、ホーンを付けた超音波探触子 (縦波用、帯域周波数 10 MHz) で検出する。パルス幅 3 ns の Nd:YAG レーザを、出力 0.35 mJ に調節し、面積 $4.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ の領域に照射した (エネルギー密度 0.08 J/cm^2)。最初に、エバネッセント光を利用した超音波の励起の可否を確認する。次に、超音波探触子を移動させて、発生した超音波の指向性 (角度 θ 依存性) を評価する。

【実験結果】

図 2 にレーザで励起した超音波の波形を示す。プリズム無しでレーザを直接照射した場合 (上段) には、パターンのある波形は得られていない。これに対して、図 1 の構成でエバネッセント光によって励起した超音波 (下段) は、第 1 ー第 2 エコー間の時間差が $0.96 \mu\text{s}$ であった。これは、アルミニウム縦波音速の文献値 (6260 m/s) と試料の厚さを考慮すると妥当な値であり、エバネッセント光による超音波の励起が確認できた。図 3 に得られた超音波の指向性を示す。レーザのアブレーション効果による超音波は 0° 方向に強度が最大となることが知られているが、今回の実験で得られた超音波はアブレーション効果によるものであることが分かった。

【参照】

- [1] P. Ahn, Z. Zhang, C. Sun, and O. Balogun, *Journal of Applied Physics*, Vol.113, pp.234903 (2013).
- [2] I. Matsuya, K. Matozaki, A. Kosugi, and I. Ihara, "A Feasibility Study on Generation of Acoustic Waves Utilizing Evanescent Light", *Journal of Physics: Conference Series* (accepted for publication).

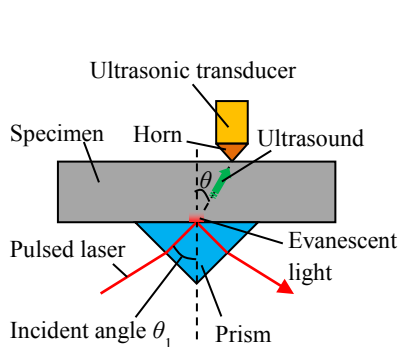


Fig. 1 Experimental Setup

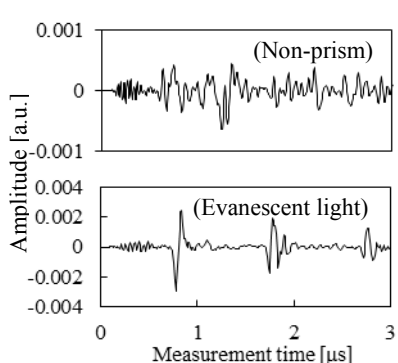


Fig. 2 Generation of ultrasound

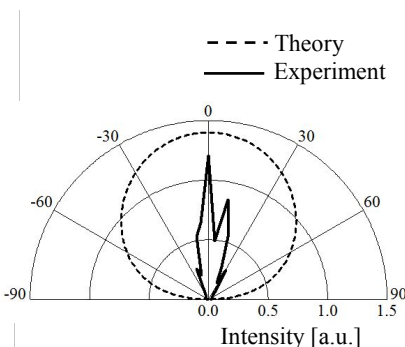


Fig. 3 Directivity pattern of ultrasound