

高周波超音波を利用した Brillouin 散乱の簡易測定

A Simple technique for Brillouin scattering measurement using high frequency ultrasound

同志社大理工¹,[○](B) 稲本 脩人¹, 西川修平¹, 松川真美¹

Doshisha Univ.¹,[○]Shuto Inamoto¹, Shuhei Nishikawa¹, Mami Matsukawa¹

E-mail:shu7488@outlook.jp

はじめに

Brillouin 散乱法では、媒質中の熱フォノンによる散乱光のシフト周波数の計測により、GHz 域の音速を局所的に非破壊・非接触で測定できる。この計測には干渉計を用いることが多いが、干渉計は温度変化に弱く長時間測定に不向きである。そこで本研究では、ZnO 薄膜トランスデューサから放射された数百 MHz 域の超音波による強い光散乱[1,2]を利用して、Brillouin 散乱の簡易計測を試みたので報告する。

1. 実験方法

試料には、石英ガラス (5×20×10 mm³, Tosoh, ED-H) を用いた。また、試料側面に ZnO 薄膜トランスデューサを RF マグネトロンスパッタ法で製膜した。高周波プローブ (SG750-D1847, Cascade Microtech) を用いて、発振器 (E8257D, KEYSIGHT) からトランスデューサに高周波信号 (711 MHz, 16 dBm) を印加し超音波を励起した。試料付近の光学系は R θ A 散乱配置[3]とした。この配置では、光の入射角 θ を 1.8° とすると、711 MHz で縦波からの Brillouin 散乱光を計測できる。超音波励起による散乱強度変化を確認するため、超音波の励起前後の散乱光を Tandem Fabry-Perot 干渉計 (JRS) あるいはフォトダイオード (7Z02413, Newport) で計測した。

2. 実験結果と考察

干渉計で観測した超音波の励起前後のスペクトルを Fig. 1 に示す。励起周波数 (711 MHz) 付近で Brillouin 散乱光強度が約 5500 倍に増大した。散乱光を干渉計を用いずにフォトダイオードで観測すると、散乱光強度の増大は出力変化 (励起前 29.8 μ W, 励起後 32.1 μ W) としても観測できた。

今回の試料では励起した 711 MHz の R θ A 散乱光は後方 (180°) 散乱光より高強度であった (Fig. 2)。各図の 0 GHz 付近の弾性散乱光は弱い参照光で、試料から直接観測される弾性散乱は 100 倍以上と考えられる。フォトダイオードの計測では、弾性散乱光と Brillouin

散乱光を同時に観測する。しかし、わずかであるが今回超音波励起による散乱光強度の変化が観測できた。

Brillouin 散乱法は、Brillouin 散乱スペクトルの周波数シフト Δf と光の入射角 θ から音速を測定できる。今回のように、超音波を励起して計測する場合、 Δf は励起した超音波の周波数である。つまり、散乱光が最大となる θ のみを測定すればよく、不確かさの低減を期待できる。

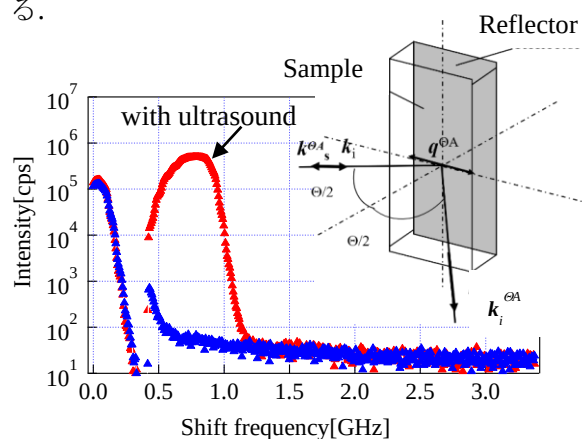


Fig. 1 Observed light spectra before and after excitation. Interferometer scanning 100 times.

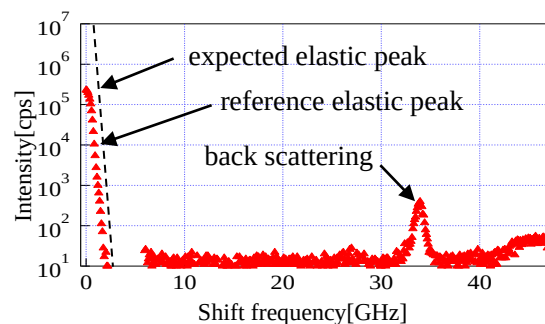


Fig. 2 An observed light spectrum. (Back scattering, interferometer scanning 100 times)

謝辞. ZnO 圧電トランスデューサの製膜では、同志社大学 高柳真司助教にご協力いただいた。ここに謝意を表する。

参考文献

- [1] T. Yanagitani, et al., J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 46, art. no. 315305, 2013.
- [2] 柴垣他, 第 58 回光波センシング技術研究会, 2016.
- [3] J. K. Krüger, et al., J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 31, pp.1913-1917, 1998.