

共振周波数の異なる光導波型アコースティック・エミッションセンサの応答特性

Resonant-Type Guided-Wave Optical Acoustic Emission Sensors with Different Resonance Frequencies

新潟大大学院自然研¹, 新潟大工² ○久我 祐介¹, 小山 卓耶², 大河 正志², 佐藤 孝²

Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.¹, Faculty of Engineering, Niigata Univ.²,

°Yusuke Kuga¹, Takuya Koyama², Masashi Ohkawa², Takashi Sato²

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設された社会インフラの老朽化が進み、それに伴う事故が社会問題となっている。このような事故を未然に防ぐ非破壊検査法の1つとして、AE(アコースティック・エミッション)法が期待されている⁽¹⁾。我々のグループでは、光波の無誘導性、防爆性等の特徴に着目し、光導波型 AE センサを提案している⁽²⁾。本センサはダイヤフラムの共振現象を利用し、狭帯域であるため、AE 測定には共振周波数の異なるセンサが必要となる。そこで、ダイヤフラム厚の異なる、すなわち共振周波数の異なる3種類のセンサを試作し、センサの応答特性について考察を行った。

2. 構成および動作原理

図1は本センサの概略図で、AE 感知部であるダイヤフラムとその上に作り付けられる単一モード光導波路からなる。導波路に TM-like モード光と TE-like モード光を同強度で励起させるため、入力側に偏光子を置き、その偏光方向を基板面に対して45°傾けて、導波路端面に入射する。ダイヤフラムに AE 波が印加されると、その圧力によりダイヤフラムがたわみ、歪みが生じる。この歪みは、光弾性効果によって、ダイヤフラムの屈折率を変化させる。誘起屈折率変化は等方的でないため、両モード光間に位相差が生じる。そして、入射光の偏光方向に対して90°傾けた検光子を出力側に置くことで、位相差を光強度に変換する。

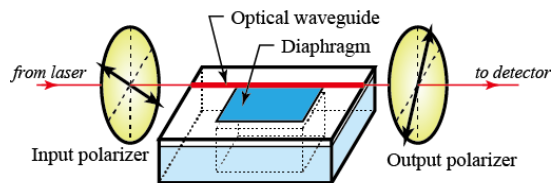


図1 光導波型 AE センサの概略図

3. 実験

ダイヤフラム辺長が20 mmで、厚さのみ異なる0.15、0.21、0.30 mm厚のセンサを試作し、共振周波数および応答特性について考察を行った。本研究では、AE 波の代わりに、周波数やパルス時間幅の調整が容易である音波をセンサに印加した。まず、各センサの周波数応答特性を測定し、共振周波数を3.25 (0.15mm厚)、4.05 (0.21mm厚)、7.10 (0.30mm厚)、6.90 kHz (0.30mm厚)と決定した。次に、印加音波の周波数をセンサの共振周波数に合わせ、音波パルスの時間幅と応答特性の関

について考察した。実験では、音圧を2.0 Pa一定とした。図2はその測定結果で、縦軸は出力信号の最大値を示している。ここでは、時間幅特性の立ち上がりを持定数で評価することとし、フィッティング解析により、6.70 (0.15mm厚)、2.77 (0.21mm厚)、1.58 (0.30mm厚)、1.89 ms (0.30mm厚)と求められた。最後に、連続音波を印加して、音圧と応答特性の関係について考察した。測定結果を図3に示す。出力信号の振幅は印加音圧に比例することが分かり、感度は740 (0.15mm厚)、37.0 (0.21mm厚)、35.2 (0.30mm厚)、18.1 mV/Pa (0.30mm厚)と算出された。

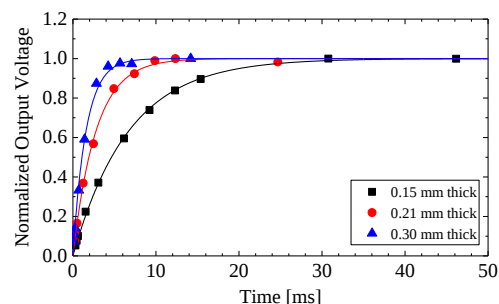


図2 時間幅特性の測定結果

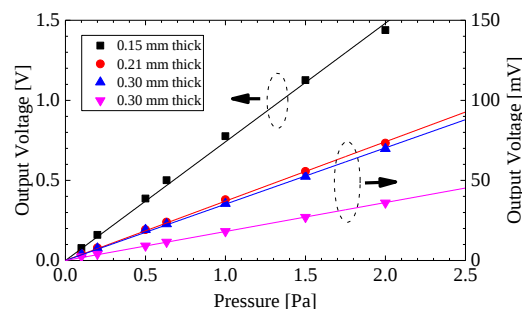


図3 音圧特性の測定結果

4. おわりに

ダイヤフラム厚の異なるセンサを試作し、時間幅特性および音圧特性について考察を行った。時間幅特性では、時定数がダイヤフラム厚に反比例することが示唆された。また、音圧特性では、感度がダイヤフラム厚に依らず大きく異なる値となった。今後は、より正確な関係を得るため、試作および測定の再現性を向上させる必要がある。

参考文献

- (1) 大津政康, 「アコースティック・エミッションの特性と理論」(第二版), 森北出版, 第1章 (2005).
- (2) S. Tachibana, M. Ohkawa, and T. Sato, IEEE SENSORS Proceedings, pp. 1875-1878 (2013).