

課題番号 : F-16-UT-0134  
利用形態 : 装置利用  
利用課題名(日本語) : 音響放射現象のための MEMS 多軸ピエゾ抵抗効果センサ  
Program Title (English) : A Multi-axis Piezoresistive MEMS Sensor for Acoustic Emission  
利用者名(日本語) : 松田信彦  
Username (English) : N. Matsuda  
所属名(日本語) : 東京大学大学院情報理工学系研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

## 1. 概要(Summary)

本研究の目的は、音響放射現象(Acoustic Emission, AE)の多軸計測を可能とするデバイスを実現することである。

近年、橋梁や高層建築物などの構造物の疲労を監視・管理する技術に対する需要が高まっている。その主要な方法として、材料の疲労が進展する際に放射される音響をセンサを用いて計測し、疲労程度を推定ということが行われている。しかし、従来ではセンサの原理的な制約から多軸の振動を同時に計測することは行われてこなかった。

そこで本研究はピエゾ抵抗効果と液滴の表面張力の作用を利用することで従来のセンサと同等以下のサイズでありながら 3 軸の振動を計測することができる音響センサを実現した。試作したセンサを用いて、AE の周波数帯である 20 kHz の振動に対して入射振動の立体的な強度を計測することができた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

機械特性評価装置

### 【実験方法】

提案するセンサはピエゾ抵抗を有する梁が液滴表面に接する形状をしており、液滴表面に生ずる表面張力波を受けてシグナルを生ずる。このセンサの振動特性を計測するため、ナノテクノロジープラットフォームが所有するレーザードップラー振動計を利用した。

センサ素子を加振器の上に固定し、互いに直交する 3 方向に加振して梁の変位振幅スペクトルを記録した。これを加振器の振動特性スペクトルで補償し、センサの周波数特性を調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

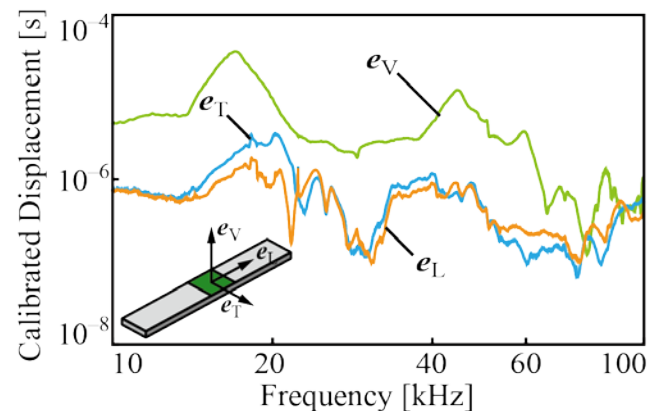


Fig. 1 Frequency spectrum of piezoresistive beam displacement. The amplitude of beam displacement divided by exciter surface velocity is plotted.

実験の結果を Fig. 1 に示す。梁に垂直な方向  $e_V$  方向に振動を加えた場合、それと垂直な  $e_L$ ,  $e_T$  方向に加振した場合に比べて約 10 倍の振幅が生じた一方で、 $e_L$ ,  $e_T$  方向の間には全周波数に亘って大きな差が生じなかった。この結果より、梁の変位は梁表面に垂直な方向へ加振した場合に特異的に生じるといえる。また、平面内の各方向に対する加振への応答パターンからこのセンサは入射振動の感度方向成分に対して、それ以外の成分に対して約 10 倍の感度で応答することが分かった。

これらの結果より、製作したセンサを用いて 3 軸振動を計測することができていることが確かめられた。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) N. Matsuda, N. Minh-Dung, T. Takahata, I. Shimoyama, "A MULT-AXIS PIEZORESISTIVE MEMS SENSOR FOR ACOUSTIC EMISSION," *30<sup>th</sup> IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS2017)*, 2017.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。