

課題番号 : F-15-UT-0095
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ローレンツ力を用いたばね定数 10 倍可変の持ち梁
Program Title (English) : Cantilever With 10-Fold Tunable Spring Constant Using Lorentz Force
利用者名(日本語) : 太西 航¹⁾、高橋 英俊¹⁾、高畑 智之¹⁾、松本 潔²⁾、下山 勲¹⁾
Username (English) : W. Ohnishi¹⁾, H Takahashi¹⁾, T. Takahata¹⁾, K. Matsumoto²⁾, I. Shimoyama¹⁾
所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院情報理工学系研究科, 2) 東京大学 IRT 研究機構
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, 2) IRT research initiative, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

機械的なセンサにおいて、ばね定数は感度や計測レンジに直接的に影響する極めて重要な要素である。センサのばね定数が計測中に変わることができれば、感度や計測レンジを拡張できる。本研究では、MEMS カセンサ、差圧センサ等に応用できるカンチレバーの外周に金属配線を施し、先端部に働くローレンツ力によってばね定数を変化させた。カンチレバーに変位が生じている際は、水平方向に働くローレンツ力の一部がカンチレバーに対して垂直に働く復元力成分として働く。この復元力成分はカンチレバーの変位に比例するため、付加的なばね定数として働く。作製したカンチレバーのサイズは $300\ \mu\text{m} \times 230\ \mu\text{m} \times 0.3\ \mu\text{m}$ で厚さ $0.2\ \mu\text{m}$ の金が配線されており、チップ全体は $2\ \text{mm} \times 2\ \text{mm} \times 0.3\ \text{mm}$ 程度の大きさである。このカンチレバーの共振周波数を計測した。この結果から電流を流さない際と比べてばね定数は 0.22 倍から 2.6 倍まで変化すると算出され、10 倍以上のばね定数の変化を実現した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大画面電子線描画装置 (ADVANTEST F5112+VD01)

【実験方法】

センサの製作において、ナノテクプラットフォームが有する高速大画面電子線描画装置を利用して、フォトマスクを作製した。この作製したフォトマスクを用いて、外周に金属配線を施したカンチレバーを作製した。作製したマスクは合計で 3 枚となっており、カンチレバー構造作製に 1 枚、配線層作製に 1 枚、ハンドルシリコン層のパターニングに 1 枚となっている。

試作したカンチレバーを基板に対して垂直下向きの磁

場中に置いてスピーカーを用いて加振した。金属配線に流す電流量を変化させた際の共振周波数の推移をレーザードップラー速度計を用いて計測し、共振周波数の変化からばね定数の可変幅を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

500 mT の磁束密度を印加し、-20 mA から 30 mA の電流を印加した際に 1.1 kHz から 3.8 Hz まで共振周波数の変化が計測され、電流を流さない際と比べてばね定数は 0.22 倍から 2.6 倍まで変化すると算出された。10 倍以上のばね定数の変化が実現され、カンチレバー構造を用いた MEMS カセンサ、差圧センサ等の感度や計測レンジの拡張が期待される。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] W. Ohnishi, H. Takahashi, T. Takahata, K. Matsumoto, I. Shimoyama, "Cantilever With 10-Fold Tunable Spring Constant Using Lorentz Force," *Proc. of MEMS 2016*, Shanghai, China, pp. 866-868, 24-28 January, 2016.

6. 関連特許(Patent)

なし。