

課題番号 : F-15-UT-0085
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 高感度・高剛性を両立するピエゾ抵抗型 3 軸力センサ
Program Title (English) : Measurement of flight force of a fruit fly using a MEMS multi axis force sensor
利用者名(日本語) : 高橋英俊¹⁾, 松本潔²⁾, 下山 勲¹⁾
Username (English) : H. Takahashi¹⁾, 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)

近年, nN から μN のオーダの微小な力ベクトルを計測可能な MEMS センサが盛んに研究開発されている。その背景として、生体細胞や微小生物の発生する力ベクトル、あるいは力ベクトルに対する応答が研究対象として大きな注目を集めていることが挙げられる。その中でも、微小生物の運動時に発生する力ベクトルは ms オーダで変化するため、センサの共振周波数が運動の周波数と比較して十分に高くなるよう高い剛性が求められてきた。しかし、一般的にセンサの剛性と感度はトレードオフであり、特に多軸力センサにおいては、高剛性と高感度の両立は難しかった。そこで、本研究ではプローブ型 3 軸力センサに関して、各軸の応答を検出する部分に応力が集中するように検出部表面及び側面にノッチ構造を作製し、さらにノッチ構造上にピエゾ抵抗層を形成することで、これらの両立を実現した。

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、3 軸方向の力が検出可能なプローブ型のピエゾ抵抗センサを作製した。作製したマスクは合計で 5 枚となっており、ノッチ構造作製に 2 枚、センサ構造作製に 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。

試作したプローブ型 3 軸力センサに対して、プローブの先端に力を印加することで各軸のバネ定数とピエゾ抵抗

の抵抗変化率を評価した。力のオーダとして各軸に対して、 $-100\mu\text{N}\sim+100\mu\text{N}$ の力を印加した。力に対して、ノッチ構造に形成されたピエゾ抵抗は線形に応答し、3 軸方向の力を独立性良く計測できることを示した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

提案したセンサはプローブとプローブを支える 4 本のビームから形成されており、ビームの表面または側面にノッチ構造を形成し、その部分にピエゾ抵抗層を形成することで、高感度・高剛性を持つセンサ構造とした。提案するセンサ構造を試作し、その性能として各 3 軸方向の力に対する応答を評価した。

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、JSPS 科研費 25000010 の援助を受けて行われた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 高橋英俊, 松本潔, 下山勲, “高感度・高剛性を両立するピエゾ抵抗型 3 軸力センサ,” 第 32 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 28pm3-A-2, 朱鷺メッセ, 新潟, Oct. 28-30, 2015.

6. 関連特許(Patent)

なし