

課題番号 : F-13-UT-0099  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : 表面ドーブとサイドドーブを用いた 6 軸応力センサの設計  
Program Title (English) : Analysis on Tensor Sensor using Piezo-resistive Beams with Surface-doping and Sidewall-doping  
利用者名(日本語) : 孫健<sup>1)</sup>, 野田堅太郎<sup>1)</sup>, 高畑智之<sup>1)</sup>, 松本潔<sup>2)</sup>, 下山勲<sup>1,2)</sup>.  
Username (English) : J. Sun<sup>1)</sup>, K. Noda<sup>1)</sup>, T. Takahata<sup>1)</sup>, K. Matsumoto<sup>2)</sup>, and I. Shimoyama<sup>1,2)</sup>.  
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) Informatoin and Robot Technology Research Initiative, The University of Tokyo.

## 1. 概要 (Summary)

橋梁などの建築物は、安全のためにあらかじめ破損の兆候や負荷が集中している部位などを知ることが望ましい。現在、内部状態を調査する方法として超音波検査などの非破壊検査が多く用いられている。しかし、こうした調査方法では一度に限られた領域しか計測することができない。そこで部材全体の応力分布を計測する方法が必要となる。

本研究では、応力の 9 軸成分のうち、独立した 6 軸成分を検出することができる微小な応力センサを提案する。提案するセンサは、2mm×2mm×0.3mm のシリコンチップ上に 6 点のシリコン梁構造を形成し、その表面および側面に不純物を拡散することでピエゾ抵抗素子を作製した。このデバイスを計測対象の部材中に埋め込むと、各シリコン梁構造は、材料に追従して変形するようになる。このため、部材内に応力が加えられた場合、内部のシリコン梁構造が応力方向に従って変形し、抵抗値が変化する。このため、各梁構造の抵抗値変化を検出することで、部材に加えられた応力を検出できる。この応力センサを部材内に分布することで部材全体の応力分布の計測を実現することが可能となる。

## 2. 実験 (Experimental)

本研究では、東京大学ナノテクノロジープラットフォームが有する電子線描画装置を利用することによって精密なガラスマスクパターンを試作した。このガラスマスクを利用することで、2mm×2mm×0.3mm の微小な応力センサチップを試作することが可能となった。部材内の応力を計測する場合には、部材に与え

る影響を極力少なくするため、微小な構造を実現する必要があり、この目的を達成するため、微細加工設備が必須となった。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

試作した応力センサの応答特性を評価するため、10mm 角のシリコンゴム(PDMS)の立方体中にセンサを配置し、3 軸ずつの圧力ならびにせん断応力に対する各ピエゾ抵抗素子の応答を計測した。この結果を元に、各圧力・応力と 6 点のシリコン梁構造の抵抗値変化の関係を計測し、抵抗値変化から応力を算出できることを確認した。

## 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

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

(1) J. Sun, K. Noda, T. Takahata, K. Matsumoto and I. Shimoyama, 電気学会 E 部門総合研究会, PHS-13-034, 2013.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。