

課題番号 : F-14-UT-0123  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : ピエゾ抵抗型センサの側面ドーピングの不純物濃度計測  
Program Title (English) : Impurity concentration measurement of the side-doped piezoresistive sensor  
利用者名 (日本語) : 高橋英俊, 松本潔, 下山勲  
Username (English) : Hidetoshi Takahashi, Kiyoshi Matsumoto, Isao Shimoyama  
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)

我々はシリコンのピエゾ抵抗効果を利用した微小高感度な MEMS 力センサを実現してきた[1]。これまではセンサの表面にピエゾ抵抗を形成することで1軸のセンサ素子を設計・製作してきたが、センサの側面に同様にピエゾ抵抗を形成することで多軸方向の力を計測可能なセンサが実現できる[2]。本研究においては、この多軸力センサを用いることで、例えば人間の歩行時の足裏反力等の生物が移動時に発生する力のベクトル分布を計測することを目的としている。

通常、ピエゾ抵抗型 MEMS センサを製作する際にはシリコン表面にピエゾ抵抗を形成するために不純物をドーピングする。ドーピングする方法としては熱拡散法やイオンインプラ等が挙げられる。この時、シリコン表面の不純物濃度によって、センサのひずみに対する感度が決定する。本研究課題において、側面ドーピングも同様の方法で行うが、同じプロセスであっても、不純物濃度が同様の勾配があるかどうか定量的に示す必要がある。

### 2. 実験 (Experimental)

超微量元素計測システム (SIMS) を用いて、試作したシリコンの側面ドーピング面の不純物濃度の計測を行った。計測用デバイスの製作のため用いたフォトマスクは、東京大学 VDEC の高速大面積電子線描画装置 (F5112+VD01) を用いて作製した。不純物としてリンを含むドーパント液をスピコートし、熱拡散を行った。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

計測の結果、側面部表面において  $10^{20} \sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  のリンが不純物としてドーピングされており、表面にドーピングした際の同様の濃度勾配を形成していることが確認された。そのため、側面ドーピングによって形成されたピエ

ゾ抵抗が表面ドーピングによって形成されたものと同様、高感度に機能することが示された。

### 4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

[1] M. Gel and I. Shimoyama, "Force sensing submicrometer thick cantilevers with ultra-thin piezoresistors by rapid thermal diffusion," J. Micromech. Microeng., No. 14, pp. 423-428, 2004.

[2] H. Takahashi, K. Matsumoto and I. Shimoyama, "A piezoresistive multi axis force sensor using three dimensional doping method," Proc. of IUMRS-ICA 2014, A6-I26-003, 2014.

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 25000010 の助成を受けた。

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

なし

### 6. 関連特許 (Patent)

なし