

3次元応力イメージセンサの感度向上に向けた構造体形状の検討

Investigation of Structure Shape for Sensitivity Improvement of 3D Stress Image Sensor

豊橋技術科学大学¹, ダイキンファインテック株式会社²

○(M1)伊藤 大真¹, 大平 瑞季¹, 土井 英生¹, 村上 健介¹, 小笠原 健², 清水 聡²,
堀尾 智子¹, 赤井 大輔¹, 飛沢 健¹, 崔 容俊¹, 高橋 一浩¹, 野田 俊彦¹, 澤田 和明¹

Toyohashi University of Technology¹, Daikin Finetech, Ltd.²,

○(M1) H. Ito¹, M. Odaira¹, H. Doi¹, K. Murakami¹, K. Ogasahara², S. Shimizu², T. Horio¹,
D. Akai¹, T. Hizawa¹, Y.-J. Choi¹, K. Takahashi¹, T. Noda¹, K. Sawada¹

E-mail: ito.hiromasa.wg@tut.jp

ヒト iPS 細胞由来の心筋細胞(hiPSC-CM)の活動評価は心毒性スクリーニングや医薬品の安全性評価のために重要であり[1], 拍動の力学的な応答の計測や空間網羅的な解析が求められている[2]. 本研究グループでは, 圧電膜を搭載した CMOS 電位センサアレイ上にネグレジスト(SU-8)を用いた構造体アレイを形成することで, 3次元応力を可視化可能なイメージセンサを開発してきた(Fig. 1) [3]. 一方, 本センサの構造体サイズは面積 $8 \times 8 \mu\text{m}$, 高さ $6 \mu\text{m}$ であり, 心筋組織の拍動計測に向けた高感度化が必要である. 本研究では, 面積と高さの異なる構造体アレイを製作し, セン断力に対するセンサの感度特性を検討した.

まず, 従来形状(面積: $8 \times 8 \mu\text{m}$, 高さ: $6 \mu\text{m}$)から面積を縮小し, 高さを増加させた構造体(面積: $6 \times 6 \mu\text{m}$, 高さ: $10 \mu\text{m}$)を製作し, センサの出力応答を比較した. 先端直径 $5 \mu\text{m}$ の針をセンサの構造体上部に接触させ水平方向に移動させながらせん断力を計測した. その結果, せん断力印加時に得られる構造体両端の正負の最大出力電位差は, 約 513 mV と従来形状の約 5 倍の出力応答が得られることを確認した(Fig. 2). また, 市販のフォースセンサで構造体に加わる力を定量しながらセンサ感度を評価した. Fig. 3 に示すように, 面積 $8 \times 8 \mu\text{m}$, 高さ $6 \mu\text{m}$ から高さ $10 \mu\text{m}$ まで増加した形状を比較すると出力感度が $0.085 \text{ mV}/\mu\text{N}$ から $0.19 \text{ mV}/\mu\text{N}$ まで増加した. これらの結果から, 構造体面積が小さく高い形状がせん断力に対するセンサ感度の向上に必要であることが示唆されたが, 応用計測に向けた構造体形状の詳細は検討中である.

謝辞: 本研究は, MEXT X-NICS JPJ011438, および JSPS 科研費 JP23H00182 の支援を受けたものです.

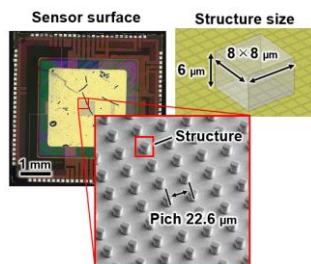


Fig.1. Three-dimensional force image sensor.

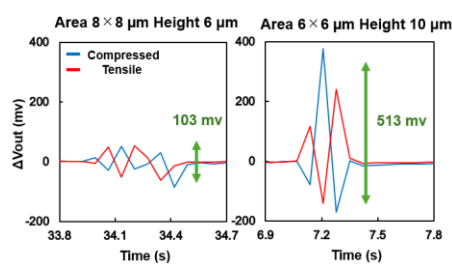


Fig.2. Sensor output response to shear force.

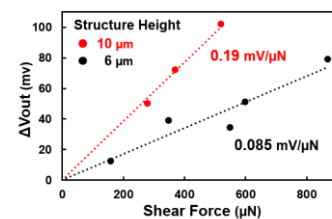


Fig.3. Sensor sensitivity to shear force.

[1] Burnett SD et al., *Toxicol Appl Pharmacol*, 381(15), 114711, 2019.

[2] Cheavar A. Blair et al., *Advanced Healthcare Materials*, 9(13), 1-14, 2020.

[3] 大平 他, 第 40 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 6P2-C-5, 2023.