

皮膚の微細な変形の測定に向けた超薄膜ひずみセンサの開発

The development of ultrathin film strain gauge sensor for measurement of fine skin deformation

早大院先進理工¹, 早大院創造理工², 早大ロボ研機構³, 早大高等研⁴, JST さきがけ⁵○(M1)鉄 祐磨¹, 山岸 健人¹, 加藤 陽², 小林洋³, 菅野重樹², 武岡 真司¹, 藤枝 俊宣^{4,5}Grad. Sch. of Adv. Sci. & Eng., Waseda Univ.¹, Grad. Sch. of Cre. Sci. & Eng., Waseda Univ.²,Future Robotics Organization³, WIAS, Waseda Univ.⁴, JST PRESTO⁵○Yuma Tetsu¹, Kento Yamagishi¹, Akira Kato², Yo Kobayashi³, Shigeki Sugano², Shinji Takeoka¹,Toshinori Fujie^{4,5}

E-mail: tetsu-fe@asagi.waseda.jp

人の動作を支援する装着型ロボットは操作者の生体信号に基づいて駆動するため、生体信号を感知するセンサの開発が重要である。従来のセンサではセンサ自身の剛性のために測定困難とされる皮膚などの柔軟な生体組織の微細な変形を利用することで、操作者の動作意図をより精確に抽出することが可能になると期待される。高分子超薄膜(ナノシート)は、膜厚数百 nm に対して面積数 cm² を有し、高い柔軟性と生体組織に対する密着性を示すため、柔軟な組織の変形を感知するセンサに適した材料である。そこで、ナノシート表面にインクジェット印刷にて導電配線を描画することで、皮膚の微細な凹凸に追従しながら、皮膚の伸縮に応じて抵抗値を変化させるひずみセンサへの応用が期待される。

本報では、張り付けるだけで皮膚の微細な変形を測定可能なひずみセンサの開発を目的とする。高い柔軟性と伸縮性を有するエラストマー polystyrene-block-polybutadiene-block-polystyrene(SBS)ナノシート(膜厚:321 nm) 上に、センサとなる導電性高分子 poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS)の配線(幅 1 mm, 長さ 5 cm, 配線抵抗 3.63 kΩ/cm)をインクジェット印刷することで、ナノシート型ひずみセンサを作製した(Fig.1)。次に、作製したナノシート型ひずみセンサの一軸性ひずみに対する抵抗値変化を引張試験(Strain Speed:10 mm/min)を用いて測定した(Fig.2)。その結果、ヤング率は 36 MPa と算出され、既存の金属製ひずみセンサ(ヤング率 > 100 GPa)よりも皮膚(ヤング率 0.42 - 0.85 MPa^{[1])}に近い柔軟性を有することが示された。さらに、ゲージ率は 3.14 (Strain 5.00-11.8%区間)と算出され、金属製ひずみセンサ(ゲージ率約 2.00)よりも感度良くひずみに応じて抵抗値が増加することが明らかとなった(Fig.3)。以上より、ナノシート型ひずみセンサは人体の筋収縮時に生じる微小な皮膚変形を抵抗値変化に変換できることが示唆された。今後は、センサを四肢の皮膚表面に貼付した状態で抵抗値変化を連続的に測定する装置を作製し、関節動作時の筋隆起に伴う皮膚変形を明らかにする。

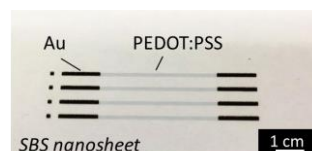
[1] N.Sato et al. *Soft Matter*,12, 9202-9209 (2016).[2] Agache et al., *Arch Dermatol Res*, 269, 221-232 (1980).

Fig.1 Nanosheet strain gauge sensor

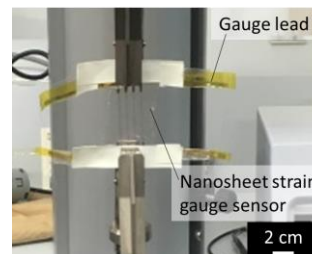


Fig.2 Tensile test of Nanosheet strain gauge sensor

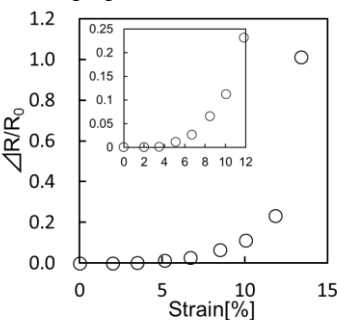


Fig.3 Resistance-Strain curve of nanosheet strain gauge sensor