

최소 침습 수술을 위한 유연한 촉각 센서

이준우*, 유용경, 한성일, 김천중, 이정훈**
 광운대학교

Flexible tactile sensor for minimally invasive surgery

Junwoo Lee*, Yong Kyoung Yoo, Sung Il Han, Cheon Jing Kim, Jeong Hoon Lee**
 Kwangwoon University

Abstract - Monitoring of mechanical properties of tissues as well as direction/quantities of forces is considered as an essential way for disease diagnosis and haptic feedback systems. There are extensively increasing interests for measuring normal/shear force and touch feelings, especially for surgery systems. Highly sensitive and flexible tactile sensor is needed in palpation for detecting cancer cyst as well as real time pressure monitoring in minimally invasive surgery (MIS). Importantly, MEMS technique with miniaturized fabrication technique is essential for the on-chip integration with biopsy and biomedical grasper. Here, we propose the flexible tactile sensor with high sensitivity based on piezoresistive effect. We analyzed the sensitivity according to the pressure and directions and showed the ability of discrimination of the different materials surfaces, illustrating the feasibility of the flexible tactile sensor for biomedical grasper by mimicking human skin.

화값을 그림3에 나타내었다. 그림 3(a)에서 소자는 20 mm x 20 mm 사이즈를 사용하였으며 인가 압력은 0 N부터 5 N까지 인가하였다. 그 결과로부터 인가한 저항에 따라 저항의 값이 변화하는 것을 관찰하였으며 선형적인 결과를 보였다. 그림 3(b)에서는 PC Labview 프로그램을 통해 시각적으로 압력의 운동방향에 따른 색상 표현을 구현하였다. 다음의 결과를 통해 전극의 간격이 1 mm 임에도 공간 분해능이 가능한 것을 관찰 할 수 있다.

1. 서 론

인간의 피부와 같이 촉각을 감지하는 센서의 개발은 많은 관심을 받고 있으며 많은 진전을 이루어왔다. 최근 유연한 특성을 가지며 다양한 재료와 배열을 사용하여 힘의 세기와 방향을 감지할 수 있는 센서의 개발에 노력이 기울여지고 있다. 이러한 촉각 센서는 휴머노이드 로봇을 위한 인공피부, 촉진용 암 검사 장비 및 최소 침습 수술에 적용할 수 있다. 이중 특히 포셉, 카테터와 같은 수술 장비에 촉각 센서를 적용함으로써 이를 통해 외과의들이 수술 중 겪는 촉진의 주요 장애물인 감각의 결여를 극복할 수 있게 된다. 그러나 소형화된 시스템의 신뢰성 및 고감도는 아직 입증되지 않았다. 이러한 촉각 시스템은 의사 수술 장비 및 촉진 장비에 이용할 수 있기 때문에 생의학 어플리케이션을 위해 급히 필요하다. Quantum tunneling mechanism을 이용한 piezoresistive 방식의 tactile sensor의 재료는 Elastomer-nickel, PDMS-copper, PDMS-nickel이 후보들로서 제안되어 왔다. 소형화를 위해 가장 중요한 요소는 spatial resolution 이다. 따라서 우리는 piezoresistive 재료 중 가장 spatial resolution이 뛰어나다고 알려진 PDMS-nickel을 통한 촉각 센서를 제안하였다.

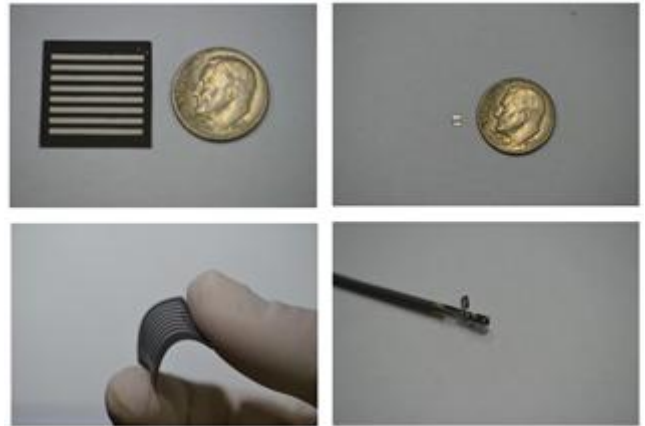
2. 본 론

2.1 Device Fabrication

그림 1에 PDMS-nickel 압저항 소자의 이미지를 나타내었다. PDMS-nickel 필름은 nickel power(3.9 um, VALE (INCO) 와 PDMS (Sylgard 184, base 6 : hardner 1)을 3.5 : 1의 비율로 섞은 뒤 Cyclohexane을 통해 잘 확산 시켜 주었다. 그 후 진공 상태에서 degassed 시킨 후 오븐에서 굳혀 제작하였다. 전극은 conductive epoxy 를 screen printing 방식을 통하여 형성 하였으며 passivation layer로 PDMS를 125 um 두께로 spin coating 하였다. 필름의 크기는 20 mm x 20 mm x 0.3 mm, 2 mm x 2 mm, 0.3 mm사이로 제작하였으며 각각 전극의 크기는 1 mm x 16 mm, 1 mm x 2 mm 형성하였다. 각 전극 간의 간격은 1 mm 이고 두께는 약 100 um이다. Nickel-PDMS는 일반적으로 높은 공간 분해능 특성을 가진다고 알려져 있어 소형화 된 촉각 센서 제작에 적용하였다. 그림 2에 압저항 촉각 센서를 측정하기 위한 측정 시스템을 나타내었다. 센서의 저항의 변화를 ADC converter를 통해 PC로 받아들여 Labview 를 통해 시각적으로 표현하였다.

2.2 결과 및 토의

인가된 압력에 따라 Quantum tunneling mechanism을 이용한 piezoresistive 효과가 발생하는 저항의 변



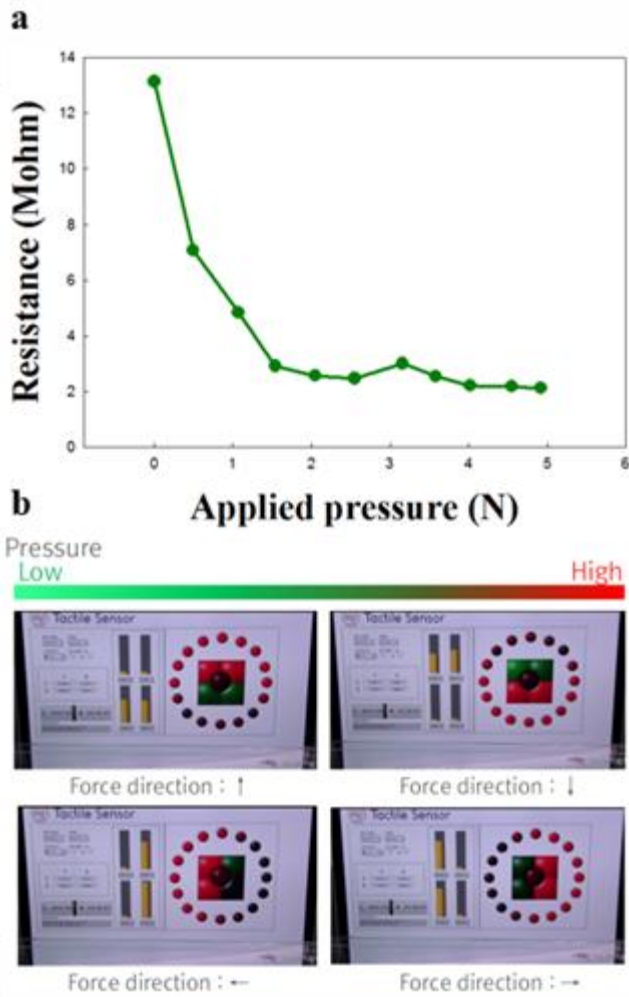
<그림 1> PDMS-nickel 압저항 소자 이미지



<그림 2> 압저항 촉각 센서 측정 시스템

3. 결 론

본 논문에서는 quantum tunneling mechanism을 이용한 piezoresistive 방식의 촉각 센서를 제작 및 평가, 그리고 이를 이용한 공간분해능에 관한 결과를 보고하였다. 그 결과 1 mm의 공간분해능이 가능한 결과를 얻을 수 있었으며 이를 프로그램을 통해 시각적으로 구현하였다. 이러한 결과는 기존의 nickel-PDMS를 이용한 결과에 비해 우수한 결과이며, 기본적으로 압력 센서로의 이용뿐만 아니라 포셉 및 카테터, 최소 침습 수술 등에서의 응용 가능성을 보여주고 있다.



<그림 3> (a) 가해지는 압력의 변화에 따른 압저항 필름으로부터의 저항의 변화 및 (b) 프로그램을 통한 운동방향에 따른 색상 표현

[참 고 문 헌]

- [1] Zhou, D. and H. Wang (2013). "Design and evaluation of a skin-like sensor with high stretchability for contact pressure measurement." *Sensors and Actuators A: Physical* 204(0): 114-121.
- [2] Canavese, G., S. Stassi, et al. (2012). "Stretchable and conformable metal - polymer piezoresistive hybrid system." *Sensors and Actuators A: Physical* 186(0): 191-197.
- [3] Stassi, S., V. Cauda, et al. (2014). "Flexible Tactile Sensing Based on Piezoresistive Composites: A Review." *Sensors* (14248220) 14(3): 5296-5332.