

압저항 폴리머형 신소재를 활용한 ICT 융합 기술

장수진⁰, 우삼용*, 양태현*, 정진영**, 황재용***

⁰대전보건대학교 컴퓨터정보과, *한국표준과학연구원 압력연구실,

대전보건대학교 바이오정보과, *주식회사 모비다임

e-mail: sjjang@hit.ac.kr⁰, {sywoo, thyang}@kriss.re.kr*, jyjung@hit.ac.kr**, platans@mobidigm.com***

ICT Convergence Technologies based on Piezoresistive Polymer Composite

Soo-Jin Jang⁰, Sam Yong Woo*, Tae-Heon Yang*, Jin-Young Jeong**, Jae Yong Hwang***

⁰Dept. of Computer Information, Daejeon Health Science Collage,

*Pressure Laboratory, Korea Research Institute of Standards and Science,

Dept. of Bio Information, Daejeon Health Science Collage, *Mobidigm Co.,Ltd,

● 요약 ●

본 논문에서는 압저항 소재 및 센서 기술과 ICT 응용 기술에 대해 소개한다. 먼저 압저항 소재의 구성 및 작동원리를 소개하고, 한국표준과학연구원에서 개발한 유연한 압저항 센서의 구성과 성능에 대해 기술한다. 또한, 개발된 압저항 센서와 ICT 기술을 융합한 스마트 안전 시스템 및 스마트 창호 침입감지 시스템에 대해 기술한다. 마지막으로, ICT기술을 기반으로 압저항 센서기술이 확장해 나아가야 할 스마트 보안 시스템 개발의 필요성을 기술한다.

키워드: 압저항(Piezoresistive), 센서(Sensor), ICT(Information and Communication Technologies)

I. Introduction

최근 부각 되고 있는 사물인터넷 시대의 핵심 기술인 센서와 근거리 통신을 이용하여 이를 스마트폰과 연계하여 편의성이 증대되고, 저전력의 센서를 활용하여 다양한 곳에 적용하려는 움직임이 있다.

표면의 압력을 측정할 수 있는 압력 센서 기술에는 크게 접촉저항을 이용하는 방식[1], 정전용량의 변화를 이용하는 방식[2], 스트레인에 이지를 이용한 방식[3], 광학변화를 이용한 방식[4] 등으로 구분될 수 있다. 각각의 센서 기술들은 고유의 장단점들을 가지고 있어 응용분야에 따라 센싱 기술을 선정하는 것이 필요하다.

단가가 낮고 형상변화가 용이한 고무형태로 제작되어 신뢰성이 높으며, 수 MΩ ~ 수십Ω 사이의 넓은 범위의 저항 변화를 가져 다양한 응용분야에 활용될 수 있는 압저항 소재 및 센서 기술에 대해 본 논문에서는 이를 산업에 적용할 수 있는 방법을 설명 하고자 한다.

복합물질은 적당한 입자 밀도수를 갖는 나노 혹은 마이크로 레벨 수준의 filament, rod 혹은 wire을 실리콘 폴리머 계열의 절연체에 섞어 금속 전극에 입히는 방법 혹은 금속 전극위에 나노선을 직접 성장시켜 제작할 수 있다. 제작된 전극은 초기에 전극에 전압이 걸려 있어도 실리콘 폴리머에 의한 절연 효과로 부도체 상태를 유지한다. 이후 전극에 다른 커넥터가 연결되어 물리적 압력(혹은 힘)이 작용하면 전극에 입혀져 있는 코팅내의 입자간 간극이 가까워지면서 입자 끝 부분에는 전하밀도가 높아지게 되고 전자들은 포텐셜 배리어를 넘어설 확률이 높아져 양자터널링 효과에 의한 터널링 전류가 전극사이로 흐르게 되어 도체상태로 전환하게 된다. 두 전극 사이에서 발생하는 터널링 전류는 포텐셜 장벽을 넘어갈 전자의 양자역학적 확률에 비례하고, 그 확률은 장벽에 영향을 주는 온도, 입자 형상 및 간격, 압축힘 및 폴리머 탄성계수 등 외부 환경에 의존한다.

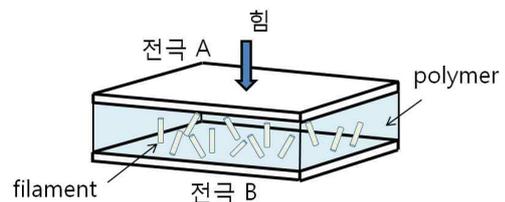


Fig. 1. 압저항 소재 및 센서 개념도

II. Preliminaries

1. 압저항 소재 및 센서 기술 소개

압저항 센서는 압저항 복합물질과 전극으로 이루어져 누르는 압력이 높아질수록 표면저항이 작아지는 센서를 지칭한다 (Fig. 1). 압저항

2. 표준과학연구원의 유연한 압저항 센서

표준과학연구원 우삼용 박사팀은 손가락 터치 등 외부의 힘에 따라 민감하게 전기적 저항이 변하는 플렉서블한 압저항 고무 원천 소재(Piezo Resistive Rubber, PR2, TM) 및 제작공정을 개발하였고, 이를 활용한 힘감지 압저항 센서의 시제품을 제작하였다 (Fig. 2) [5-6]. 개발된 센서는 단가가 낮고, 특성 및 형상 변화가 용이하여 평면형 전기 스위치, 압력/힘 센서, 로봇센서, 의료용 센서, 촉각관련장치, 스마트가전, 웨어러블 입력장치 등 다양한 산업에 적용이 가능할 것으로 예상된다.

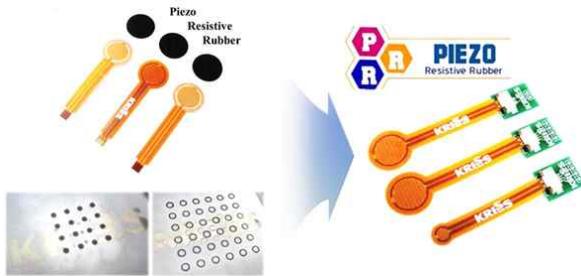


Fig. 2. 표준과학연구원의 압저항 고무 (PR2, TM)를 이용한 센서 시제품

개발된 압저항 센서는 누르는 힘 또는 압력의 크기가 증가함에 따라 저항이 서서히 떨어진다(Fig. 3). 저항의 변화범위가 넓고, 고무형태로 안전성과 신뢰성이 높아 산업의 다양한 분야에 활용될 것으로 예상된다.

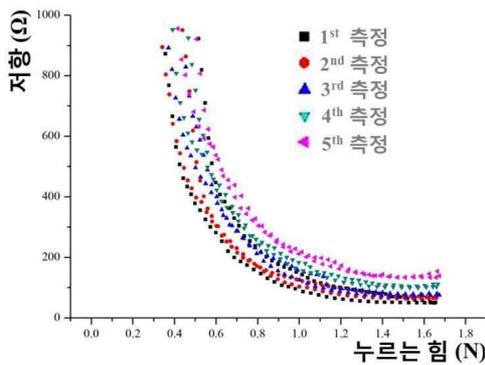


Fig. 3. 압저항 고무 (PR2, TM)의 누르는 힘에 따른 압저항 특성

III. The Proposed Scheme

1. 압저항 센서를 활용한 스마트 안전 시스템

개발한 새로운 소재인 압저항 고무 (PR2, TM)를 활용하여, 촉각터치기반의 압력센싱기술(IT)과 상용 무선통신기술(CT)의 융합을 통해 제한구역으로 오는 사람 혹은 물체에 대해 그 사용자에게 이 사실을

알림으로써 위험/경고 상황을 제어할 수 있도록 하는 일차원 띠 구조인 Smart Touch-Tape™을 고안하였다 (Fig. 4). 개발된 Smart Touch-Tape은 ICT 기술과 융합되어 Fig 4와 같이 침입등을 감지하여 안전을 지켜줄 수 있는 기술에 활용될 수 있다. Smart Touch-Tape에서 센싱된 신호를 CDMA Gateway를 통하여 서버로 전송하고, 서버에서 이를 사용자의 핸드폰으로 문자등의 푸시 알림으로 전달함으로써 원격지에서 특정지역의 침입을 감지하는 장치로 활용될 수 있다.



Fig. 4 압저항 센서를 활용한 스마트 안전시스템 개념도

2. 압저항 센서 기반 스마트 창호 침입감지 시스템

Fig. 5는 개발된 압저항재료 제조기술을 기반으로 하여, 창호에 적합한 신개념 힘감지 센서를 개발하여 침입을 감지하는 차별화되고 독자적인 센싱기술을 확보할 수 있는 개념을 보여준다. Fig. 5는 창문으로 외부의 침입을 감지하면 내부로 들어오기 전 힘감지 융합창호센서가 침입을 시도하려는 힘을 감지하여, 실내단말기를 통하여 통신사를 거쳐 사용자에게 문자로 알려줄 수 있는 ICT 융합 감시시스템을 보여준다.



Fig. 5. 압저항 센서를 활용한 스마트 안전창호 시스템

IV. Conclusions

압저항 센서는 저단가, 고신뢰성, 높은 반복도로 표면의 압력변화를 안정성 있게 측정할 수 있는 센서이다. 이 압저항 센서기술을 ICT 기술과 융합하여 활용하면, 외부에서 필요한 감시정보를 서비스 받을 수 있고 홈오토메이션 사업과 연계하여 적절한 대처가 가능토록 하는 등 타 사업으로의 확장성이 있다. 현재 국가적으로 국민의 복지를 위한 사회 안전 시스템 구축에 관심이 매우 크기 때문에 향후 스마트 안전/보안 시장이 급성장 할 것으로 기대되어, 안전/보안의 일차적인 목표인 가정 내 안전/보안을 확보하는 것을 위한 저가형 스마트 보안 시스템 개발로도 확장이 필요하다.

References

- [1] D. K. Kim, J. H. Kim, Y. T. Kim, M. S. Kim, Y. K. Park and Y. H. Kwon, "Robot fingertip tactile sensing module with a 3D-curved shape using molding technique", Sensors and Actuators A 203, pp. 421- 429, 2013
- [2] US Patent 4290052, "Capacitive touch entry apparatus having high degree of personal safety"
- [3] M. Park, M. S. Kim, Y. K. Park and J. H. Ahn, "Si membrane based tactile sensor with active matrix circuitry for artificial skin applications", Applied Physics Letters 106, 043502, 2015
- [4] S. Yun, S. Park, B. Park, Y. Kim, S. K. Park, S. Nam, K. U. Kyung, "Polymer-Based Sensors: Polymer-Waveguide-Based Flexible Tactile Sensor Array for Dynamic Response", Advanced Materials, Vol. 26(26), pp.4474-4480, 2014
- [5] S. Y. Woo, T. H. Yang and H. W. Song, "Fabrication of Pressure-sensitive Resistor and its Application to Digital Door-Lock Key", XX IMEKO World Congress, August 30-September 4, 2015, Prague, Czech Republic.
- [6] 양태현, "표준과학연구원 질량힘센터의 촉각센서 및 촉각제시 장치 연구동향", 제어로봇시스템학회지, 20권 2호, pp.90-95, 2014.