

# 다양한 감성생체신호의 검출을 위한 PVDF 진동센서 개발

Development of PVDF vibration sensor for acquiring various physiological signals

임영철\*, 지덕근\*, 위연\*, 김희선\*\*, 임재중\*  
전북대학교 전자공학부\*

(주) 유엔씨 \*\*

**Key words:** 생체신호, PVDF, 진동센서

## 1. 서론

IT 환경이 유비쿼터스로 변함에 따라 의료서비스 및 의료기술의 패러다임도 함께 변하고 있으며, 다양한 감성생체신호의 검출을 위한 무구속 무자각 센싱시스템의 개발에 대한 연구도 활발하게 수행되고 있다.

인체의 진동은 임의의 주파수에서 불규칙적으로 발생하므로 보다 넓은 대역폭에서 공진할 수 있는 소자가 요구되며 (조성은 등, 2010), 인체 진동으로부터 효율적으로 전기에너지를 생성하기 위해서는 소자의 공진주파수가 수십 Hz 이하의 낮은 주파수 영역에 존재해야 한다.

실리콘 압력센서 배열을 이용한 접촉이미지 검출에 관한 연구결과가 보고되었으며 (Sugiyama et al., 1989), 피부에 접촉하여 온도를 검출할 수 있는 실리콘 온도 센서에 관한 연구결과도 발표되었다 (Giansanti et al., 2006). 또한 의류와 일체화된 PVDF 필름을 이용한 호흡센서도 개발되는 등(이한승, 2011) 감성생리 분야에서 PVDF를 활용한 온도, 호흡 등의 센서들이 많이 개발되고 있다.

본 연구는 진동을 전기적 신호로 바꿔주는 PVDF의 특성을 활용하여 인체의 다양한 생체신호에 의한 진동을 검출할 수 있는 센서를 개발하고자 수행하였다. 본 연구의 결과는 앞으로 다양한 생체신호를 기반으로 하는 감성평가에 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 PVDF 적용

PVDF는 매우 얇고 가벼운 필름이지만 진동 센서는 PVDF 필름을 고정시키는 구조체 등의 무게 때문에 질량을 가지게 된다. 인체에 부착하는 형태의 센서는

피부진동에 의한 영향을 받게 된다. (그림 1)과 같이 주파수  $f$ 가 공진 주파수  $f_0$ 보다 낮을 경우 그 움직임을 그대로 따라갈 수 있다. 하지만 진동 주파수보다 매우 높아진다면 움직임을 제대로 따라가지 못하거나 아예 움직이지 않을 수도 있다.

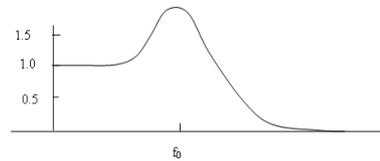


그림 1. 피부 진동에 대한 센서의 진동 비

공진 주파수는 (그림 2)와 같이 센서의 질량인  $M_s$ 와 구조체의 질량인  $M_a$  그리고 근육이나 구조체, 내부 필름의 구조 혹은 고무 등에 의하여 스프링 효과로 인한 영향을 받게 된다.

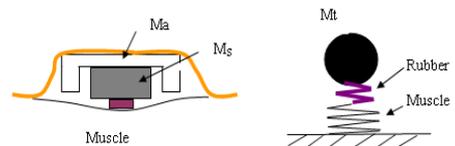


그림 2. 인체에 부착된 PVDF 센서의 스프링 효과

만약 질량을 가진 물체의 힘 ( $F=9.8 \times \text{질량}$ )에 의한 변위를  $d_R$ 이라고 할 때 고무에 의한 스프링 상수 ( $K_R=F/d_R$ )와 근육에 의한 스프링 상수  $K_m$ 에 의해 센서에 미치는 전체 스프링 상수  $K_T$ 와 공진 주파수는 다음과 같다. 식(1)은 센서의 전체 스프링 상수를 나타내며, 식(2)는 센서의 공진 주파수를 계산하는 식이다.

$$K_T = 1 / (K_R^{-1} + K_m^{-1}) \quad (1)$$

$$f_0 = (1/2\pi) \sqrt{K_T / M_T} \quad (2)$$

## 2.2 PVDF 출력 전처리 회로

진동, 압력, 소리 등을 감지하여 전하를 발생시키는 PVDF의 성질을 이용하여 검출된 전기적 신호는 필름 출력단에 임피던스 매칭회로(그림 3)를 적용하여 최종적인 출력값을 얻게 된다. 여기에서 센서출력의 시정수(time constant)를 정하게 된다.

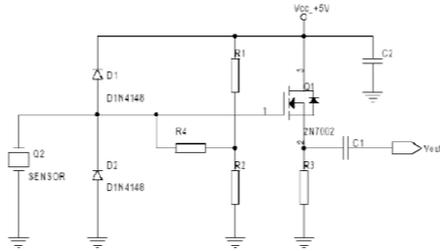
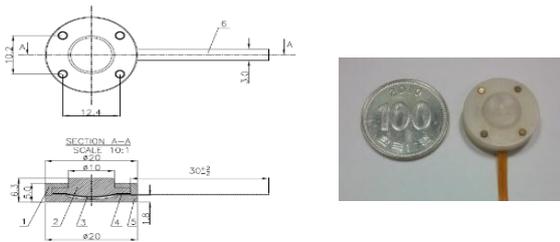


그림 3. 임피던스 매칭 회로

## 2.3 진동센서 개발

센서 내부에는 PVDF 필름을 내장하고 신체와 접촉면에 실리콘 재질의 고무로 지지하여 신체에서 발생하는 생체신호에 의한 진동이 손실 없이 센서에 전달되도록 제작하였다. 플라스틱 하우징에 필름을 내장함으로써 신체 표면과 접촉하는 센싱 부분이 진동원과 수직이 되지 않아도 왜곡 없이 정확하게 검출하도록 설계 되었다. (그림 4)는 센서디자인과 실제 제작된 사진을 나타내고 있다.



(a) 센서의 디자인 도면 (b) PVDF가 내장된 센서

그림 4. 센서 디자인 도면 및 실제 사진

## 3. 결과

본 연구에서 개발된 센서를 이용하여 검출한 생체정보의 예가 (그림 5)에 나타나 있다. 그림 5(a)는 경동맥에서 검출한 맥파로서 미분파형의 형태로 나타남을 볼 수 있고, 그림 5(b)는 심음으로 1 차와 2 차 심음이 확실히 검출됨을 확인하였다. 그리고 그림 5(c)와 그림 5(d)는 수면 중의 코골이 신호와 몸 뒤척임에 대한 신호로서 수면 중 생체 신호의 검출에도

활용될 수 있음을 알 수 있었다. 이 외에도 호흡 및 몸 움직임에 대한 신호 등도 검출이 가능함을 확인 하였다.

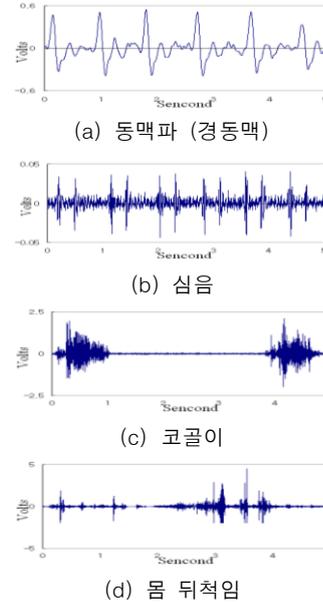


그림 5. PVDF 진동센서를 이용하여 검출된 생체 정보

## 4. 결론

본 연구에서는 PVDF를 이용하여 인체에서의 다양한 생체신호를 검출할 수 있는 센서를 개발하였다. 본 연구의 결과를 바탕으로 향후 PVDF를 활용하여 가속도, 맥파, 인체음, 심박수, 코골이 발생시의 진동 등 다양한 생체 신호를 계측하는 센싱 기술에 활용이 가능할 것이다.

## 참고문헌

- 조성은, 김용준, 김명수(2010) "광대역 저주파수 진동에너지 수확을 위한 PVDF 외팔보 어레이", 한국정밀공학회 학술대회 논문집, 11월, 565-562
- D.Giansanti & Maccioni, (2006) "Development and testing of a wearable Integrated Thermometer sensor for skin contact thermography", Medical Eng.& Physics,
- S.Sugiyama, K.Kawahata, M.Yoneda, & I.Igarashi,(1989) "Tactile image detection using a 1k-element silicon pressure sensor array", Sensors and Actuators, A 22, pp.397-400,
- 이한승. (2011) "호흡과 ECG 신호 측정을 위해 디지털 실과 직물센서를 사용한 헬스케어 의료 설계", 호서대학교 일반대학원 석사학위논문