

8체질 맥법 검증을 위한 요골동맥 파형 측정 센서 개발

문성수, 정용원, 이중재, 공준용, 이홍세, 전국진

서울대학교 전기컴퓨터공학부

E-mail : lunar@mintlab.snu.ac.kr

ABSTRACT

In oriental medicine, it is possible to classify each person into eight kinds of constitutions based on the eight constitutional medicine theory. We developed a piezoelectric 3-channel tactile sensor using PVDF (polyvinylidene fluoride) film for pulse detection of the radial artery. High frequency buffer (impulse buffer), amplifier, 60 Hz noise notch filter and low pass filter were integrated on three sheets of PCB board. The pulses of the radial artery at three points were checked using our system. Each constitution of the eight ones has different combinations of pulses.
 Keywords: Artery pulse, Constitution, PVDF, Tactile sensor

자신의 체질을 한의학적으로 감별하는 것은 현재 보편화 되어 있다. 그러나 이러한 체질감별의 이론적인 기반은 아직까지 명확하지 않다. 8체질 의학에 따르면 장기의 선천적인 상태에 따라 사람을 여덟 가지 체질로 구분 할 수 있으며 요골 동맥에서 측정 해 내는 것이 가능하다고 한다.[표 1]

본 논문에서는 요골 동맥의 파형을 센서로 감지하기 위해서 PVDF를 이용한 센서를 개발하였다. 신호 처리를 위한 회로는 세 개의 PCB 보드로 제작하였다. 요골 동맥 세 지점에서 제작된 센서를 통하여 파형을 감지하였다.[그림.1] [8체질 : 금양, 금음, 토양, 토음, 목양, 목음, 수양, 수음] 예를 들어 금양(PULMOTONIA) 체질은 오른손에서는 두 번째 채널에서 파형이 우세하며 왼손에서는 세 번째 채널이 우세하다.[그림.1]

한의학사는 요골 동맥을 손가락으로 눌러 이러한 특성을 감지한다. 그러나 파형의 세기가 굉장히 작고 사람의 손으로 측정해야 하기 때문에 체질 감별을 할 수 있기

I. 서론

표 1: 8 체질의 분류와 진맥에 의한 판단기준

체질	이로운 것	해로운 것	우세한 파형의 위치(그림.1)
금양 (PULMOTONIA)	생선, 채소, 곡물	육류, 설탕	두번째 (오른손) 세번째 (왼손)
금음 (COLONOTONIA)	생선, 곡물, 초콜릿	육류, 비타민 A,B,D	첫번째 (오른손) 세번째 (왼손)
토양 (PANCREOTONIA)	곡물, 쇠고기, 돼지고기, 생강	감자, 닭고기, 사과, 빨간색	두번째 (오른손) 첫번째 (왼손)
토음 (GASTROTONIA)	곡물, 쇠고기, 돼지고기, 비타민 E	페니실린, 닭고기, 꿀	두번째 (오른손) 첫번째와 세번째 (왼손)
목양 (HEPATONIA)	육류, 호두, 버섯, 비타민 A,D	조개, 채소, 코코아, 파란색	첫번째와 두번째 (오른손) 첫번째와 두번째 (왼손)
목음 (CHOLECRYSTONIA)	곡물, 육류, 비타민 A,B,D	술, 생선, 조개, 수영	두번째와 세번째 (오른손) 두번째와 세번째 (왼손)
수양 (RENOTONIA)	곡물, 감자, 쇠고기	생식, 돼지고기, 꿀, 새우	세번째 (오른손) 세번째 (왼손)
수음 (VESICOTONIA)	곡물, 감자, 닭고기	달걀 흰자, 돼지고기	두번째와 세번째 (오른손) 세번째 (왼손)

까지 몇 년의 시간이 걸린다고 한다. 따라서 보다 빠른 시간 내에 정확한 검증을 할 수 있는 방법이 필요하다.

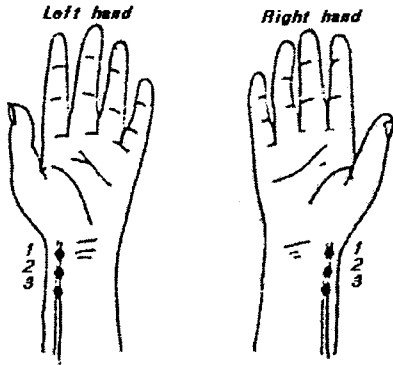
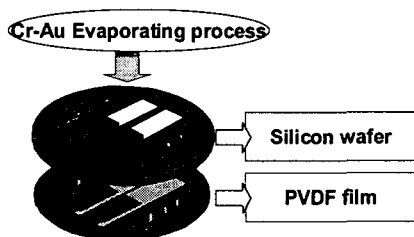


그림 1: 측정 위치

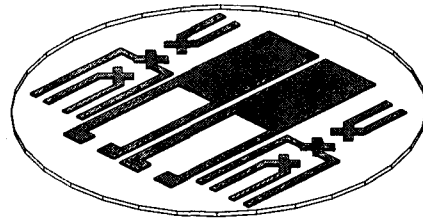
II. 제작

요골동맥의 서로 다른 펄스를 감지하기 위해 본 논문에서는 PVDF [P(VF2-VF3), 100 μ m thickness, piezotech. Co.]를 이용하였다. PVDF는 피에조 성질을 가진 물질이며 유연하여 손목에 감기 쉬운 특성을 가지고 있다.

센서의 제작은 반도체 공정을 응용하였다. 실리콘 웨이퍼를 Deep RIE 식각(520 μ m)하여 웨도우 마스크로 사용하였다. 식각된 실리콘 웨이퍼에 에폭시를 사용하여 PVDF 필름을 붙인 후 크롬(500Å)/금(2000Å)을 증착시킨다. 공정을 간단히 하기 위해 금속 층은 좌우 대칭으로 제작하였다. 한쪽 면에 크롬/금을 증착시킨 후에 PVDF의 반대 면에 다시 크롬/금을 증착시킨다. 하나의 실리콘 웨도우 마스크를 사용하여 PVDF 필름의 양면에 패턴 형성을 한 것이다.



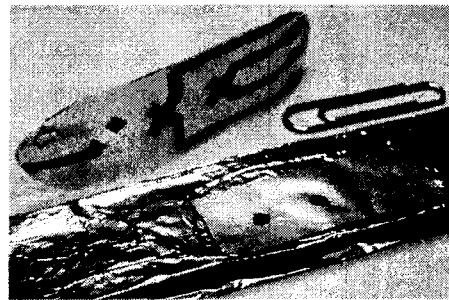
(ㄱ)



(ㄴ)

그림 2: (ㄱ) 공정 개념도
(ㄴ) 대칭구조로 제작된 금속(Cr/Au) 패드

커플링 효과를 줄이고 필름의 유연성을 높이기 위해 전도성이 높으며 전성과 연성이 좋은 금을 사용하였다. 제작된 센서는 노이즈 성분을 줄이기 위해 비닐층으로 절연시킨 후 알루미늄 호일로 감싸 정전기 차폐를 시켰다.



(ㄱ)



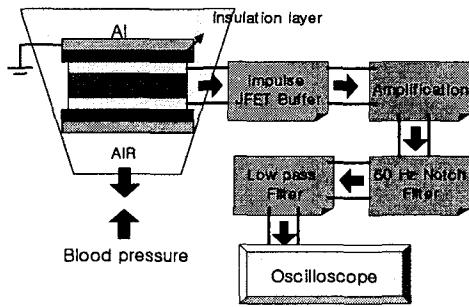
(ㄴ)

그림 3: (ㄱ) 제작된 PVDF tactile 센서
(ㄴ) 실제 측정을 위해 구현된 센서

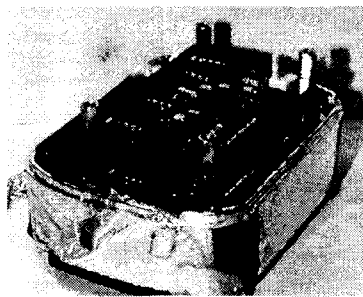
PVDF 필름은 평행한 전극 사이에서 축전기 역할을

8체질 맥법 검증을 위한 요골동맥 파형 측정 센서 개발

한다. 감지하는 부위의 넓이는 9mm^2 이며 9pF 에 해당하는 용량 값을 가진다. 유한 표면 전하(Q)는 인가된 혈압과 피에조 물질의 전하 민감도(S)에 비례하며 $Q=SF$ 으로 표현되어진다[2]. 감지하는 정전용량 값이 매우 작고 넓은 주파수 대역을 갖기 때문에 회로의 입력 임피던스가 $100\text{M}\Omega$ 이상이 되어야 할 필요가 있다. 입력 임피던스가 $10^{12}\Omega$ 이상인 JFET 타입의 완충단을 이용하여 해결하였으며 출력 임피던스를 50Ω 으로 낮춰 신호의 감쇄를 최소화하였다. 금속전극으로 사용된 패드는 정전기적 웨이브 안테나로 작용하므로 노이즈 성분을 줄이기 위해서 60Hz 노치 필터와 저대역 통과 필터를 설계하였다.[그림 4.] 공기 펌프는 요골동맥에 압력을 인가하며 혈압이 센서를 통하여 적절히 전해지도록 패키징 되었다.



(㉠)



(㉡)

그림 4 : (㉠) 회로 블록다이어그램

(㉡) 제작된 PCB 보드

III. 측정

한의사에게 검증된 스무 명의 대상을 제작된 센서로 측정하였다. 실험 결과 측정값의 정확도는 70%정도였다. 우세한 채널의 전압은 300mV 이상이였으며 다른 채널은 100mV 이하의 값을 보였다. 30%정도의 부정확도는 손목에서 원하는 파형을 측정할 수 있는 위치를 정확히 찾아내지 못했기 때문이다. 이러한 오차는 채널 수를 늘리고 좀 더 정확한 압력을 인가하는 펌프를 통하여 해결 할 수 있을 것으로 보인다. 그림 5 는 실제 측정하는 장면을 보여주며 오실로스코프와 전원공급장치, 신호처리 보드를 통하여 측정하였다. 그림 6 은 금음 체질의 왼손 측정 예이며 첫번째 채널이 우세한 것을 알 수 있다. 오른손의 파형 측정 결과를

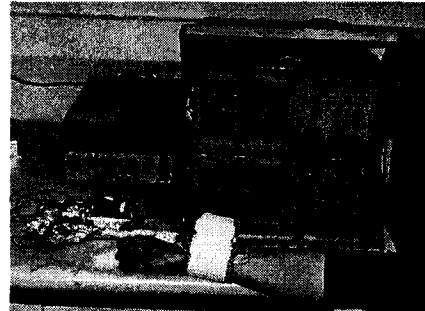


그림 5: 파형 측정

(금양 체질 오른손 측정 사진)

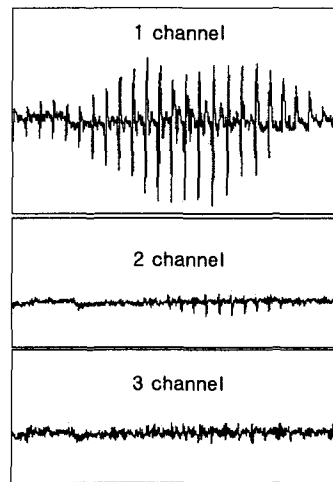
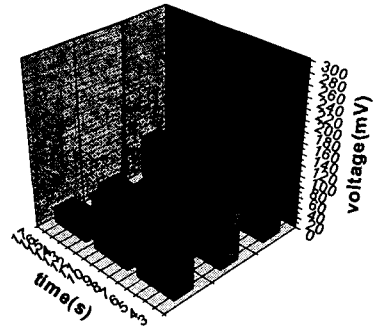


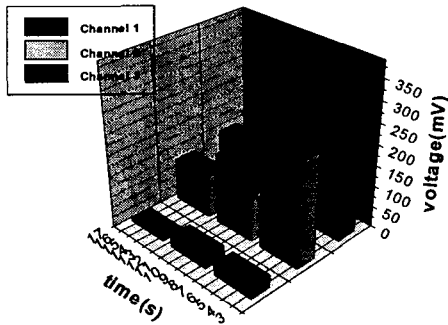
그림 6 : 금음 체질의 왼손 측정 결과

더하여 피시술자의 체질을 감별할 수 있는 것이다.

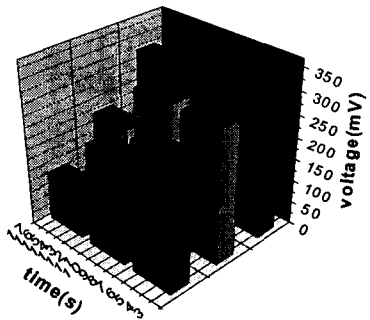
공기 펌프는 혈압(70~150mmHg)이상의 압력을 처음에 인가하며 20mmHg/sec로 압력을 감소시키면서 측정하였다. 측정 위치의 보정을 위해 2mm 씩 떨어진 서로 다른 세 위치에서 동일한 측정을 수행하였다. 정확한 측정 위치를 찾는 것 뿐만 아니라 세 채널에 동일한 압력을 주는 것도 측정 결과를 좌우하는 요인이 된다. 그림 7은 금양 체질의 실험 결과이며 위치와 압력에 따라서 파형의 세기가 변하는 것을 알 수 있다. 압력은 최대 압력에서 초당 20mmHg만큼 감소하므로 시간 축으로 변화를 표시하였다. 전압 값은 1초 간격 내에서의 평균 값이다. 그림에서 보듯이 금양 체질은 3번 채널이 우세한 결과를 보인다.



(ㄷ) 팔꿈치 방향으로 4mm 이동한 후
 그림 7 : 요골동맥 파형 측정 실험 결과
 (인가 압력과 측정위치를 변화시켜서 실험)



(ㄱ) 처음 위치



(ㄴ) 팔꿈치 방향으로 2mm 이동한 후

IV. 결론

본 논문에서는 한의학의 8체질 감별을 보다 과학적으로 접근 하려는 시도를 하였다. 제작된 센서에 의한 측정결과 70%정도의 정확도를 보였다. 보완 개선한다면 8체질의 감별에 있어서 제작된 센서로 대체 할 수 있을 것으로 보인다.

REFERENCES

- [1] L. Ngalamou, N. Noury, E. Chmberod, Ph. Benech "Analysis of the sensitivity and the temperature influence of a static force sensor based on a PVDF resonator," Sensors and Actuators A Vol 57, pp. 173-177
- [2] Edward S. Kolesar and Craig S. Dyson "Object imaging with a piezoelectric robotic tactile sensor," IEEE Journal of Microelecromechanical systems, Vol. 4, NO. 2, June 1995, pp. 87-96