

접촉임피던스 감소를 위한 나노 다공성 백금 전극의 개발

김도윤¹, 노승우¹, 최형선¹, 정태진², 김희찬^{3,*}

¹서울대학교 공과대학 협동과정 바이오엔지니어링

²전파기술연구부 전자 통신연구원

³서울대학교 의과대학 의공학교실

A nanoporous platinum electrode to reduce skin-electrode impedance

D.Y. Kim¹, S.W. Noh¹, H.S. Choi¹, T.J. Chung², H.C. Kim^{3,*}

¹Interdisciplinary Program, Bioengineering Major, Graduate School and Department of Biomedical Engineering, ²Radio Technology Research Department, ETRI, Daejeon, Korea,

³College of Medicine and Institute of Medical and Biological Engineering, Medical Research Center, Seoul National University, Seoul, Korea

*hckim@snu.ac.kr

Abstract

In this paper, a nanoporous electrode that features increased surface area and reduction in skin-electrode impedance is introduced. Here two types of fabrications, L₂ePt and nano platinum particle coating, were used to make the sensor. Evaluations using cyclic voltammetry and contact impedance recordings were conducted to see the increased surface area and its effect on reducing contact impedance. The result showed that the proposed sensor had forty-fold increase in surface area and nearly 30% decrease in contact impedance compared to that of a gold electrode.

연구 배경

생체신호 측정의 가장 큰 문제점 중의 하나인 접촉 임피던스는 정확한 신호측정을 방해한다. 전극과 접촉하는 우리 몸의 최 외각피부인 stratum corneum 은 죽은 세포와 유분으로 구성되어 있으며, 이로 인해 전극과 접촉 시 큰 저항을 생성하고 생체신호의 질을 떨어트린다 [1]. 이에 따라 접촉임피던스를 줄일 수 있는 전극개발이 진행이 되고 있다. 예를 들어 미세공정기술을 이용해 만든 스파이크가 달린 전극으로 최 외각 피부층을 뚫고 생체신호를 측정하는 방법도 개발 되었다 [2]. 하지만, 스파이크 전극의 침습적 특성으로 인해 사용자는

전극 부착 시 발생하는 고통과 감염의 위험을 모두 감수해야 한다.

본 연구에서는 기존의 전극과는 또 다른 표면적 성질을 가지고 있는 나노 다공성 전극을 실험함으로써 접촉임피던스 최소화를 향한 새로운 방향을 제시 하고자 한다. 표면의 나노 다공성으로 인해 전극의 표면적이 증가하고, 이로 인해 접촉임피던스가 상용화된 전극 대비 매우 유사한 임피던스 수치를 나타내는 것을 확인하였다.

연구 방법

그림 1.(a)의 형태를 가지는 나노 다공성 백금전극을 만들기 위해 두가지 방법을 이용했다. 첫째로, L₂ePt방법을 통해 전기화학적 3원전극 시스템 (3 electrode system)을 통해 금 기질에 백금을 도금하였다. 두 번째 방법으로는, 나노 백금입자 도포방법을 통해 백금 나노 입자의 용액을 접착제와 섞어 금 기질에 떨어뜨려 말리는 방법으로 전극을 제작 하였다. 만들어진 전극의 cyclic voltammetry을 통해 다공성 구조로 인한 표면적 증가를 계산하였다. 이후, 두가지 다공성 백금 전극의 접촉임피던스를 측정하기그림 1.(b)와 같이 function generator로 주파수를 증가시키며 oscilloscope으로 측정한 전압을 이용해 임피던스 수치를 계산 하였다. 또한, 나노 다공성 백금 전극을 다른 종류의 전극과 비교하기 위하여Ag/AgCl 전극과 금 전극의 임피던스를 측정하였다 [3].

연구 결과

제작된 나노 다공성 백금 전극의 cyclic voltammetry은 40배 가량의 표면적 증가를 나타내 주었다. 또한, 그림 2.에서 볼 수 있듯이, 접촉 임피던스의 측정 결과는 1 ~ 100 Hz 사이에서 전극별로 차이를 보였다. 이 영역에서, 나노다공성 백금 전극은 금 전극과 비교했을 때 약 30% 낮은 임피던스를 보였고,상용화된 Ag/AgCl 전극과 비교했을 때는 5%범위 내에서 유사한 임피던스임을 확인하였다.이를 통해 본 연구에서 사용된 나노 다공성 백금 전극은 상용화된 제품과 비교 할 수 있는 수준의 접촉 임피던스를 가지는 성질을 알아낼 수 있었다.

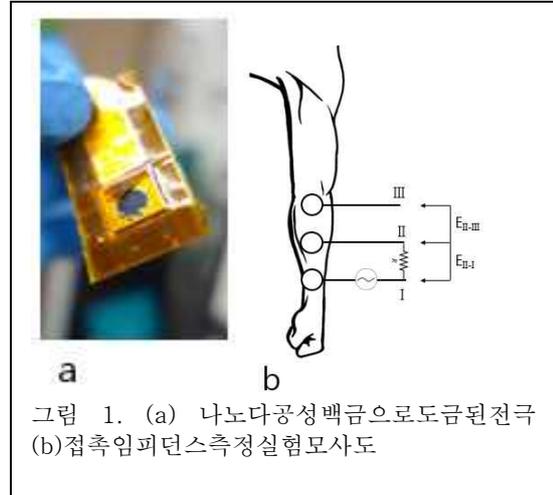


그림 1. (a) 나노다공성백금으로도금된전극 (b)접촉임피던스측정실험모사도

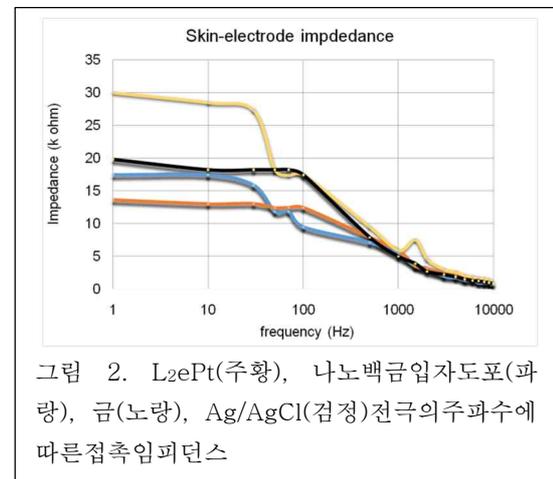


그림 2. L₂ePt(주황), 나노백금입자도포(파랑), 금(노랑), Ag/AgCl(검정)전극의주파수에 따른접촉임피던스

Acknowledgements

본 연구는 산업통산자원부/미래창조과학부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(산업융합기술-IT융합)의 일환. [10045452, 사용자 의도 인지형 멀티모달 brain-machine 인터페이스 시스템 개발] 과 미래창조과학부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

[1] S. Day, "Important Factors in Surface EMG Measurement," Bortec biomedical.

[2] C.O'Mahony, F. Pini, A. Blake, C. Webster, J. O'Brien, K.G. McCarthy, "Microneedle-based electrodes with integrated through-silicon via for biopotential recording," Sensors and Actuators A, vol. 186, pp.130-136, May 2012.

[3] S.Y. Park, S.J. Park, R.A. Jeong, H.K. Boo, J.Y. Park, H.C. Kim, T.D. Chung, "Nonenzymatic continuous glucose monitoring in human whole blood using electrified nanoporous Pt," Biosensors and Bioelectronics, vol. 31, pp.284- 291, Oct.2012.