

표면의 단차를 평탄화하여 액적의 속도를 높인 전기습윤 장치

이충희, 김희찬, 친홍구

서울대학교 협동과정 바이오엔지니어링 전공

서울대학교 의과대학 의공학 교실

고려대학교 보건과학대학 생체의공학과

Droplet Speed Enhancement of an EWOD (electrowetting on dielectrics) device by Flattening Process

C. H. Lee, H. C. Kim, H. G. Chun*

Interdisciplinary Program, for Bioengineering, Seoul National University

Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University

Department of Biomedical Engineering, Korea University

*chunhonggu@korea.ac.kr

Abstract

EWOD (electrowetting on dielectric) device can facilitate chemical and biological analysis with much simpler system than conventional microfluidic devices, because it can manipulate droplets with electrical signals. Performance of the EWOD device can be greatly affected by surface condition of device. Defects and irregularity of EWOD device can hinder droplet movement. As a result, threshold potential is increased. In this study, an EWOD device, treated with flattening process, was fabricated to compare its performance with conventional EWOD device.

연구 배경

EWOD 장치는 전기적 신호를 통해 시료를 포함한 액적을 다룰 수 있기 때문에 기존의 미세유체 기반의 장치보다 간단한 시스템으로 화학적, 생명공학적인 분석을 용이하게 한다. 또한 시료가 이동하는 통로가 패터닝된 채널이 아니라 전극이 놓인 방향이기 때문에 시료를 빠른 속도로 이동시킬 수 있으며 그 제작도 사용자의 목적에 따라 재구성할 수 있다.[1]

EWOD 장치의 성능은 표면의 상태에 영향을 크게 받는다.[2] 실제로 제작된 EWOD 장치의 표면은 기판이 ~10 nm의 불균일성이 있기 때문에 완벽히 평탄하지 않다. 또한 제작 공정 과정에서 수 번의 박막을 도포하기 때문

에 발생할 수 있는 표면의 결손은 표면의 평탄도를 떨어트리는 주요원인이다. EWOD 장치의 불균일성이 높으면 액적과 장치 표면간의 접촉력이 강해져 액적의 움직임을 방해하고 결과적으로 액적을 이동시킬 수 있는 최소의 문턱 전압을 증가시킨다.[3]

실제로 EWOD 장치를 제작하는 과정에서 전극을 패터닝하기 때문에 전극 두께만큼의 단차가 생긴다. 전극 패터닝 후, 절연막을 도포한다 하더라도 절연막의 두께가 ~1um 정도의 박막이기 때문에 단차는 메워지지 않는다. 따라서 EWOD 장치는 불균일성이 전극 형성에 의한 단차 때문에 증가한다. 본 논문에서는 전극 형성과정에서 생성된 단차를 평탄화 공정을 통해 제거한 EWOD 장치와 제거하지 않은

EWOD 장치에서 액적의 최고속력을 비교함으로써 전극에 의한 단차를 제거하는 것이 액적 이동성능 향상에 기여한다는 것을 보여준다.

연구 방법

그림 1에 나타난 바와 같이 두 가지의 형태로 EWOD 장치들을 제작하였다. 쿼츠 기판에 전극을 제작하기 위해 네거티브 포토리지스트를 패터닝하였다. e-Beam evaporator 를 통해 Cr(20nm)/Au(100nm) 금속막을 도포한 후 리프트 오프를 통해 전극을 패터닝하였다. 그림 1 (a) 평탄화된 EWOD 장치의 경우 절연막으로 실리콘 다이옥사이드 700 nm 를 plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) 로 도포하였다. 절연막 도포 후 표면에 금속막의 두께만큼의 단차를 제거하기 위해 상층 표면으로부터 200 nm 를 chemical mechanical polishing (CMP) 하였다. 그림 1 (b) 의 기존 EWOD 장치의 경우 500 nm 의 실리콘 다이옥사이드를 도포하였다. 두 장치 모두에 대하여 절연막 도포를 마친 후 표면에 소수성막 코팅으로 CYTOP 을 1% 로 묶힌 후, 1000 rpm 의 속도로 스핀코팅 하였다.

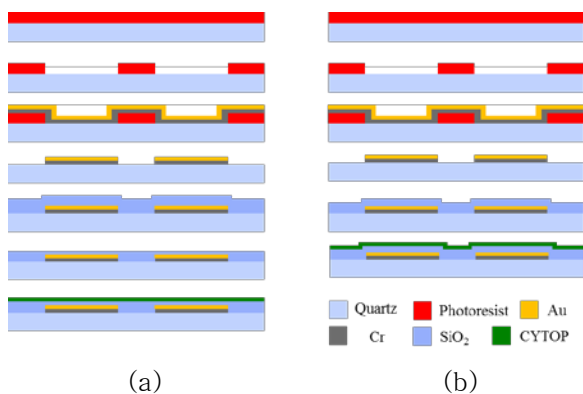
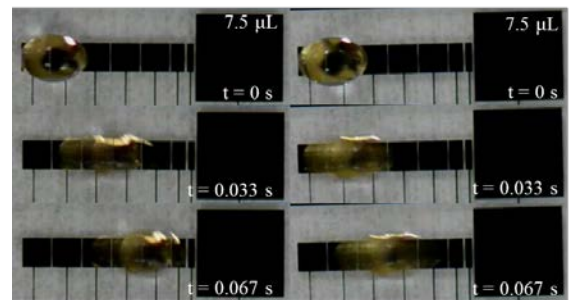


그림 1. (a) 평탄화 공정을 적용한 EWOD 장치의 제조과정 (b) 표면에 전극 두께의 단차가 남아있는 기존 공정의 EWOD

연구 결과

그림 2 (a) 와 (b) 는 각각 1.5 x 1.5 mm² 의 패치형 전극 어레이로 구성된 평탄화된

EWOD 장치와 기존 EWOD 장치를 보여준다. 7.5 μ L 의 액적을 사용하여 100 V 의 활성 전압으로 두 장치에서 액적의 최대 속력을 측정하였다. 평탄화된 EWOD 장치에서는 액적의 최대 속력이 40 Hz 의 전극 스위칭 주파수로 64 mm/s 안 반면, 기존의 EWOD 장치에서는 33 Hz 의 전극 스위칭 주파수에서 53 mm/s 로 평탄화 공정을 통하여 액적의 최대 속력을 약 21 % 향상시킬 수 있었다.



(a) (b)

그림 2. (a) 평탄화된 EWOD 장치의 액적이동 촬영 캡처 (b) 같은 조건에서 기존 EWOD 를 구동한 촬영을 캡처

Acknowledgements

이 연구는 National Research Foundation of Korea (NRF) 과제의 지원을 받아 수행하였음. (2012054257, 2012054199, 20120009556)

참고 문헌

[1] J. Gong and C. J. Kim, "Direct-referencing two-dimensional-array digital microfluidics using multilayer printed circuit board," Journal of Microelectromechanical Systems, vol. 17, pp. 257-264, Apr 2008.

[2] A. G. Papataniasiou, A. T. Papaioannou, and A. G. Boudouvis, "Illuminating the connection between contact angle saturation and dielectric breakdown in electrowetting through leakage current measurements," Journal of Applied Physics, vol. 103, Feb 1 2008.