

여러가지 절연층에서의 전기습윤 특성 Charateristics of Electrowetting on various dielectric layer

*최진호¹, 당중영¹, 김소희², 김영호³, #김규만¹

*J. H. Choi¹, T. D. Dang¹, S. H. Kim², Y. H. Kim³, #G. M. Kim(gyuman.kim@knu.ac.kr)¹

¹경북대학교 기계공학과, ²경북대학교 기계공학부, ³경북대학교 차세대에너지기술연구소

Key words : EWOD, Electrowetting, wettability, contact angle

1. 서론

일반적으로 고체는 고유의 표면성질을 가지고 있다. 표면성질은 다양한 방법으로 측정이 가능하며, 그 한가지로서 젖음성(wettability)이 있다. 고체표면과 물방울이 만나면 고유의 접촉각이 형성된다. 이렇게 형성된 접촉각은 material property 로 고체위에 물방울을 떨어뜨렸을 때, 물방울의 접촉각을 통해 소수성과 친수성으로 구분된다. 접촉각의 크기가 90도 미만일 경우는 친수성, 그 이상일 경우 소수성이라 한다. 절연물질이 코팅된 절연층 위 물방울에 전압을 인가하면 물방울의 wettability 가 변하는데 이러한 현상을 electrowetting on dielectric (EWOD)라 한다. 전압인가 조건에 따른 물방울의 wettability 변화를 이용하면 물방울 형상을 제어 할 수 있으며, 이 현상을 이용하면 액체렌즈나, 디스플레이, 마이크로 유체모터 등에 활용할 수 있다. 현재는 MEMS 및 microfluidics 분야에서 EWOD 를 이용한 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 일반적으로 EWOD 실험에 사용하는 절연물질인 parylene-C 와 다른 여러가지 절연물질을 이용하여 EWOD 현상을 구현해보았다. 연구에 사용된 다른 절연물질은 SU-8 과 PDMS 이다. SU-8 과 PDMS 는 절연성을 가지는 물질이며, 마이크로 패터닝이 가능하고 쉽게 절연층을 제작 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 절연물질을 이용하여 절연층을 제작하고 이를 이용하여 EWOD 현상을 구현하였다. 그리고 DC 전압을 이용하여 물방울의 접촉각을 측정하여 EWOD 현상을 확인하였다.

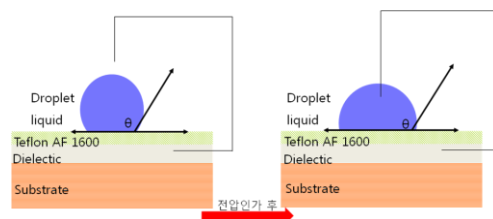


Fig. 1 Schematic diagram of Electrowetting on dielectric (EWOD).

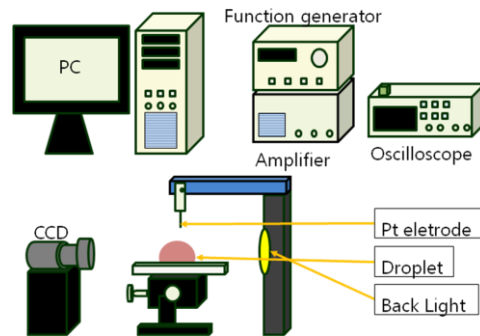


Fig. 2 Contact angle measurement setup.

2. 실험방법

일반적인 EWOD 실험은 parylene-C 절연층을 이용한다. 이러한 parylene-C 절연층 위에 소수성 층인 Teflon(AF1600S, Dupont) 층을 코팅 후 물방울의 접촉각을 측정한다. 따라서 본 연구에서는 parylene-C, SU-8, PDMS 절연층을 각각 5 μm 두께로 제작하고, 각 절연층 위에 소수성 층인 Teflon 을 100 μm 두께로 코팅 후 DC 전원을 이용하여 접촉각을 측정하고, 이들의 wettability 특성을 살펴보았다. parylene-C 는 Poly 소재의 절연물질이며

열기상증착법으로 코팅한다. 그리고 SU-8 은 epoxy 소재의 절연물질이며 스핀코팅으로 코팅한다. PDMS 는 silicon 소재의 절연물질로 스핀코팅으로 코팅한다. 절연물질이 코팅 된 절연층을 제작 후 절연층 위로 Teflon 을 스핀코팅을 이용하여 코팅 후 EWOD 현상을 구현하고 접촉각을 측정하였다. Fig. 1 는 EWOD 실험 개략도이다. Fig. 2 는 EWOD 실험장비의 Set-up 이미지 이다.

3. 실험결과

Fig. 3 은 parylene-C, SU-8, PDMS 절연층에서 Frequency 를 1Khz 로 고정하고 DC 전압을 0V~180V 인가하여 측정한 결과사진들이다. 물방울은 DIW(DeIonized Water)를 5 μ l 로 3 가지의 절연층 모두 동일한 조건으로 실험 하였다. Fig. 4 는 parylene-C, SU-8, PDMS 절연층을 이용한 접촉각 측정결과를 그래프로 나타낸 결과이다. parylene-C 와 SU-8 절연층을 이용한 EWOD 실험은 측정값이 비슷함을 확인하였다. PDMS 절연층을 이용한 EWOD 실험은 초기 접촉각과 180V 에서의 접촉각의 변화가 작은 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과로 일반적인 실험방법인 parylene-C 절연층을 대체 할 수 있는 물질로 SU-8 절연층이 가능함을 확인 할 수 있으며, PDMS 절연층은 접촉각의 변화가 작기는 하지만 사용이 가능 함을 확인 할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 여러가지 절연층에서 EWOD(electrowetting on dielectric) 현상을 구현하기 위하여 절연층을 parylene-C, SU-8, PDMS 로 제작하고, Teflon 코팅 후 물방울의 접촉각을 측정하였다. 그 결과 parylene-C 를 이용한 EWOD 와 SU-8 을 이용한 EWOD 의 측정값은 비슷함을 확인 할 수 있었으며, PDMS 를 이용한 EWOD 의 측정값은 다른 두 종류의 절연층에 비해 접촉각의 변화가 작음을 확인 할 수 있었다. 이를 이용하여 일반적인 EWOD 방법인 parylene-C 절연층을 이용한 실험을 대체하는 방법으로 SU-8 을 이용한 EWOD 방법이 사용 가능함을 알 수 있었다.

SU-8 절연층을 이용한 EWOD 의 장점은 절연층 제작이 스핀코팅을 이용하기 때문에 쉽고 간단하며, photolithography 를 이용하여 마이크로 패터닝이 가능하다. 이를 이용하면 액체렌즈나, 디스플레이, 마이크로 유체모터 등의 제작이 쉬워지며, MEMS 및 microfluidics 분야에서 활용가능성이 커질 것으로 예상된다.

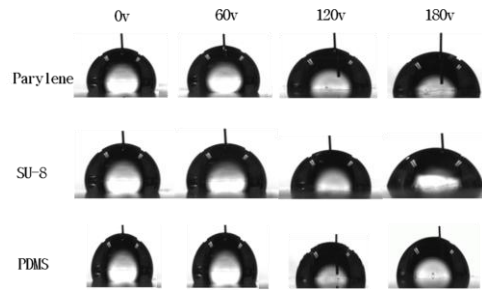


Fig. 3 Voltage dependence of the shape of droplet at fixed Frequency (1Khz).

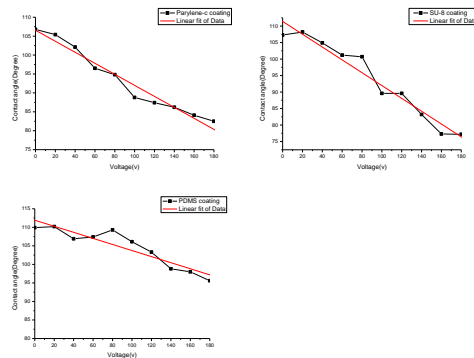


Fig. 4 Contact angle result of substrate (parylene-C, SU-8, PDMS)

참고문헌

1. Yuan-Jen Chang, Kamran Mohseni, Victor M. Bright, "Fabrication of tapered SU-8 structure and effect of sidewall angle for a variable focus microlens using EWOD," Sensors and Actuators A, 136, 546-553, 2007.
2. Pringan Zhao, Yinqing Li, Xiangyu Zeng, Jia Zhou, Yiping Huang, Ran Liu, "EWOD Using P(VDF-TrFE)," IEEE Conference, 2009