

# Pt dot 촉매전극을 활용하여 제작한 메탄올 센서

양진석, \*박정호, 박문호

고려대학교 전자공학과

e-mail : [dongl210@kist.re.kr](mailto:dongl210@kist.re.kr), [\\*jhpark@korea.ac.kr](mailto:*jhpark@korea.ac.kr), [moonho.park@gmail.com](mailto:moonho.park@gmail.com)

## Methanol Concentration Sensor by Using Pt dot Catalyst Electrode

Jin Seok Yang, \*Jung Ho Park, Moon Ho Park

Department of Electronics Engineering

Korea University

### Abstract

The direct methanol fuel cell (DMFC) is a promising power source for portable applications due to many advantages such as simple construction, compact design, high energy density, and relatively high energy-conversion efficiency. In this work, an electrochemical methanol sensor for monitoring the methanol concentration in direct methanol fuel cells was fabricated using a thin composite nafion membrane as the electrolyte. We have analyzed the I-V characteristic of the fabricated methanol sensor as a function of methanol concentration, catalyst electrode and platinum(Pt) dot.

### I. 서론

메탄올 액체를 연료로 사용하는 직접메탄올 연료전지는 에너지 밀도가 기체연료에 비하여 낮으나 연료의 취급이 용이하고 연료저장을 위한 장치가 필요 없으며, 운전온도가 낮기 때문에 초소형화가 가능하다[1,2]. 직접메탄올 연료전지는 연료극(Anode)에서 메탄올과 물이 반응하여 수소이온과 전자 그리고 이산화탄소로 직접 전환되는데, 수소를 사용하는 다른 연료전지에 비해 낮은 효율과 전력밀도를 보이지만 전체 시스템을 고려할 때는 그 차이가 크지 않다[3]. 직접 메탄올 연료전지의

전체적 시스템에서 무엇보다도 안정된 에너지를 발생시키기 위해서는 메탄올의 몰농도를 실시간으로 검출하는 것이 중요하다[4]. 이에 전기화학 반응의 원리를 활용하여 나피온 막 위에 Pt dot 을 사용하여 메탄올 센서를 제작하였다.

### II. 실험

그림 1은 메탄올 센서의 단면 구조를 보여준다. P-type Si 기판 위에 백금 200nm를 열 증착기(thermal evaporator)로 증착, 그 위에 나피온(nafion) 용액을 스프인 코팅 한 뒤 스퍼터링 시스템을 활용하여 지름 200 $\mu$ m의 원을 가진 새도우 마스크(shadow mask)를 써서 Pt 두께가 5nm인 시료를 제작한다. 이렇게 하면 나노크기를 갖는 Pt dot이 나피온 막 위에 형성된다. 일반적으로 나피온 용액은 점도가 높기 때문에 코팅하기 전에 IPA(이소프로필알콜)를 섞어서 희석 시킨 다음 코팅한 후 80 $^{\circ}$ C 10분 동안 베이킹을 하여 IPA를 제거하게 된다. 나피온과 IPA의 비율을 변화시켜 막을 형성하고 스프인 코팅은 1단계 코팅과 2단계 코팅을 한다. 위의 실험을 바탕으로 전기화학 반응의 감도를 확인하기 위해 여러 모양의 전극을 형성하여 시료를 제작하고 이를 측정하였다.

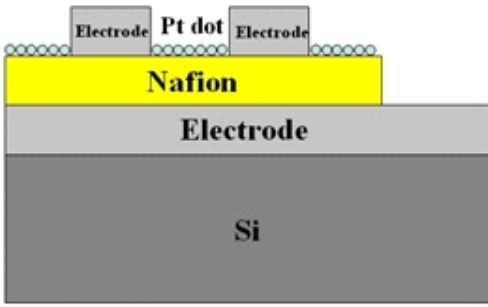


그림 1. 메탄올 센서의 구조

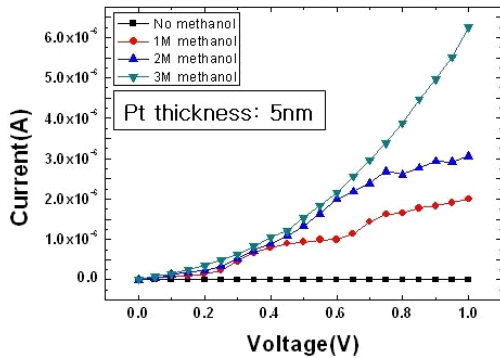


그림 2. 5nm 두께의 Pt 촉매전극으로 제작한 메탄올 센서의 1,2,3M 반응 시 전류-전압 특성

### III. 결과 및 의견

지금까지 Pt dot 촉매전극을 활용하여 제작한 메탄올 센서는 AGILENT 4155B semiconductor parameter analyzer를 사용하여 전류-전압 특성을 분석하였고 이를 통하여 전기화학 반응 감도를 확인하였다. 그림 2는 촉매전극의 두께가 5nm 이고 메탄올 농도를 1, 2, 3 M로 변화시켰을 때 메탄올 센서의 전류-전압 특성을 보여준다. 메탄올을 반응시키지 않았을 때는 전류 값이 나타나지 않았다. 이는 메탄올을 반응시키지 않았을 때 두 전극 사이에서 나피온에 의해 절연되어 흐르지 못하던 전류가 메탄올을 반응시키자 전위차를 통한 전류가 발생하였으며 메탄올의 농도가 증가함에 따라 전류 값이 높아지는 것으로 차후 메탄올센서에 전압을 인가할 수 있는 장치와 센서를 통해 발생하는 전압-전류 값을 전기적 신호로 변환하여 실시간으로 확인 할 수 있는 장치를 구성한다면 메탄올 농도를 일정하게 유지할 수 있으며 이것은 DMFC 시스템의 안정된 운전에 필수적인 부분이다.

### IV. 결론

현재 활발하게 연구 개발되고 있는 DMFC 시스템에서 메탄올 농도를 실시간으로 검출하는 센서의 역할은 매우 중요하다. 본 논문에서는 Pt dot 촉매전극의 특성을 활용하여 메탄올 센서를 제작하였고 메탄올 농도를 효율적으로 감지하기 위해 메탄올 센서의 전극모양을 변화시켜서 제작하고 측정하였다. 촉매전극의 두께를 5nm 로 하여 제작한 시료는 전압이 1V일 때 메탄올 1M 반응 시 전류 값은  $2.00 \times 10^{-6}$  A, 2M 반응 시 전류 값은  $3.06 \times 10^{-6}$  A, 3M 반응 시 전류 값은  $6.25 \times 10^{-6}$  A 이었다.

### 참고문헌

[1] T. Schultz, S. Zhou and K. Sundmacher, "Current Status of and Recent Developments in the Direct Methanol Fuel Cell", Chem. Eng. Technol. 24, pp. 1223~1233 (2001).  
 [2] L. L. Van Dine and D. L. Maricle, "direct methanol oxidation polymer electrolyte membrane power system", U.S. Pat. 5,573,866 (1996).  
 [3] B. Hohlein, S. V. Adrian, Th. Grube and R. Menzer, "Critical assessment of power trains with fuel-cell systems and different fuels", J. Power Sources 86, pp. 243~249 (2000).  
 [4] S. A. C. Barton, B. L. Murach, T. F. Fuller and A. C. West, "A Methanol Sensor for Portable Direct Methanol Fuel Cells", J. Electrochem. Soc., Vol. 145, No. 11, pp. 3783~3788 (1998).