

이온 교환법으로 제조된 평판형 광도파로의 산소광센서의 제작 및 특성평가

Fabrication and Characterization of an optical oxygen gas sensor formed on the planar optical waveguide prepared by ion exchange method

정채환, 김재성, 김원효*, 이병택, 문중하, 김진혁**

*(주) fi-ra photonics, **전남대학교 공과대학 신소재공학부

jinhyeok@chonnam.ac.kr

최근에 화학, 임상병리, 환경 감시 등의 분야에서 산소센서의 수요가 점차 증가하고 있다. 이러한 산소 센서 중에 가장 많이 쓰이는 방식은 산화물 전극을 사용하는 amperometric 방법이지만 이 방법들은 장기간에 걸쳐 불 때 산화물 전극의 오염, 외부 자기장의 간섭등의문제점 때문에 산소를 측정하는데 많은 어려움이 있다.⁽¹⁾ 따라서 최근에는 빛과 유기염료를 통하여 산소의 농도가 증가할수록 세기가 quenching이되는 원리를 이용한 산소센서의 연구가 이루어졌다.⁽²⁾ 이러한 연구로 인하여 기존의 문제점들을 해결하였지만 시스템의 규모가 커지므로써 응용범위에 한계를 가지고 있었다. 그래서 이온 교환법을 이용하여 평판형 광도파로를 제작하고 산소 센서시스템을 구현 함으로써 소형화,가격대 성능비를 조사하는 데 본 목적이 있다. 이온교환⁽³⁾ 공정을 위해 Photo-lithography 공정에 의해서 $8.2\mu\text{m}$ 의 크기로 패터닝이 형성된 인산염 유리(phosphate glass; Na_2O 7~8%)를 $\text{Ag}^+ - \text{Na}^+$ 이온교환을 위해 ($\text{AgNO}_3 : \text{KNO}_3 : \text{NaNO}_3 = 30 : 35 : 35$)의 조성이 들어있는 jig안에 250°C 에서 20분동안 집어넣은 후 Thermal burying공정을 통하여 도파로를 제작하였다. single mode 광섬유와의 접합을 위하여 V-Groove와 Auto aligner를 이용하였고 산소농도에 대한 감지물질인 Pt-OEP(platinum octaethylporphyrin)를 폴리스티렌과 톨루엔에 섞어 감지막을 만들었다. 도파로에 흐르는 빛을 감지막과 반응시키기위하여 형성된 도파로 깊이 이상으로 흡을 파서($\geq 30\mu\text{m}$) 그 위에 감지막을 올렸다. 형광물질인 Pt-OEP의 흡수,형광 피크는 각각 532nm , 650nm ⁽⁴⁾으로 532nm 그린레이저($\text{Nd}:\text{YAG}$)를 도파로에 커플링시켜서 자체 제작한 sensing cell 윗 부분에 필터(Bandpass, 647.1nm)가 달린 포토다이오드를 장착하여(그림 1) 도파된 빛에 의해 여기되는 Pt-OEP의 형광특성을 0% 에서 100%사이의 산소 농도와 반응하여 측정하였다(그림 2). 산소 농도에따른 감도 변화에 대한 선형성을 보기 위하여 Stern-Volmer equation($I_0/I=1+K_{sv}[\text{O}_2]$)을 이용하였는데 0~20%까지의 낮은 농도에서는 선형성을 보이지만 높은 농도에서는 비 선형성을 보였다(그림 3). 이러한 비 선형성의 문제는 폴리머를 개선함으로써 해결될수 있다. 반응시간과 감도 개선을 통하여 평판형광도파로의 집적화를 기대할 수 있다.

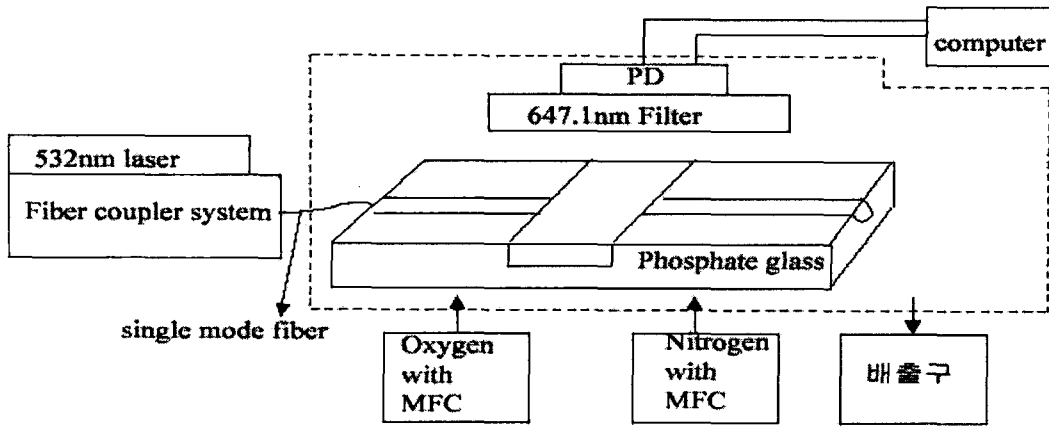


그림 1. 전체적인 센서시스템의 개략도

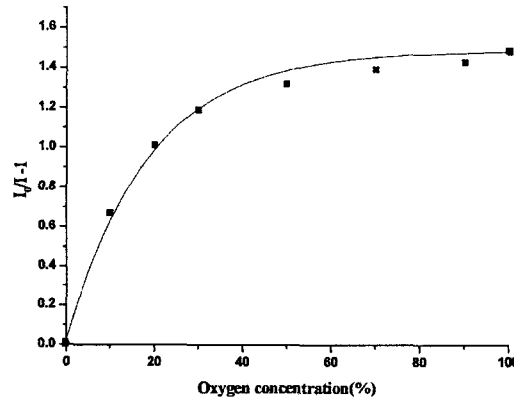
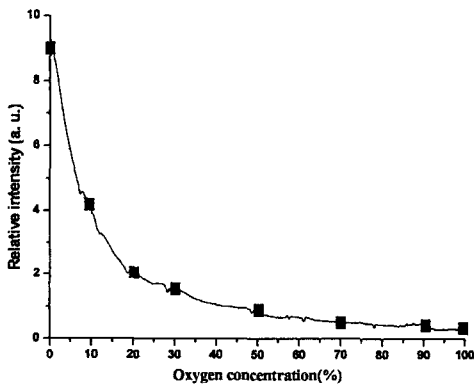


그림 2. 산소농도에 따른 형광세기의 변화

그림 3. stern-volmer방정식에 의한 선형성

참고문헌

1. N.S. Allen and J.F McKeller, "Photochemistry of dyed and pigmented polymers," Anal.Chim.Acta, 312 (1995).
2. E.R. Carraway and J.N. Demas and B.A. DeGraff and J.R. Bacon, "Photophysics and photochemistry of oxygen sensors based on luminescent transiton-metal complexes," Anal. Chem. 63, 337-342 (1991).
2. J. Albert and G.L. Yip, "Refractive-index profiles of plana waveguides made by ion exchange in glass," Appl. Opt. Vol. 24, 3692-3693 (1985).
3. Sang-Kyung Lee and Ichiro Okura, "Photoluminescent determination of oxygen using metalloporphyrin-polymer sensing systems," Spectrochimica Acta Part A 54, 91-100 (1998).
4. Yutaka Amao and Tokuji Miyashitam and Ichiro Okura, "Optical oxygen detection based on luminescent change of metalloporphyrins immobilized in Poly film," Analytica Chimica 421, 167-174 (2000).

