

스크린 인쇄법에 의한 용존 산소센서의 제조 및 특성

정경진, 이성필

경남대학교 전기전자공학부

Fabrication of Dissolved Oxygen sensors by Screen Print Method and Characteristic

Kyung-Jin Jung and Sung Pil Lee

Department of Electrical and Electronic Engineering, Kyungnam Univ.

Abstract

The dissolved oxygen sensor of thick film type was fabricated by screen print method and measured the characteristic. reference electrode used Ag/AgCl, and working electrode used Pt. The devices are continuously powered at potential of 0.7 V ~ 0.8 V versus Ag/AgCl reference electrode and results indicated that the response characteristic of sensor was 1.002 μ A ~ 19.792 μ A for thirty seconds. we can know that it is good linearity when compared with of existent dissolved oxygen meter. Therefore sensor fabricated excels sensitivity for dissolved oxygen and will be considered to be applied typically because the price is costly

Key Words : Dissolved oxygen sensor, Screen print method

1. 서 론

용존(dissolved oxygen) 산소는 물에 녹아있는 분자상의 산소를 의미한다. 산소 센서는 용액에 녹아 있는 용존 산소를 측정하는 것으로 이는 물 속 생물들의 호흡에 쓰이고 화학적으로 산화제로도 사용된다. 또한 용존 산소는 의료 및 환경 분야에서도 용존 산소 농도에 대한 정확한 측정은 필수적으로 부각되고 있다. 거의 모든 오염 물질이 산소를 소비하면서 분해되므로 수중의 용존 산소 농도 변화는 매우 중요하며 이 오염 현상을 방지하기 위하여 하폐수 처리장에서는 산소를 공급하면서 오염물질을 생화학적으로 처리하고 있다.

특히 수질 환경 측정 장비 중 DO meter는 가장 기본적인 계측기이다. 지금까지 널리 알려진 대표적인 용존 산소 측정용 센서로는 Clark형[1]이 있다. 특히 Clark형[1] 산소센서는 용존 산소 측정에 널리 사용되나 전극이 고가인 금으로 되어있으며, 또한 DO meter는 국내 생산이 어려워 사용자들은

고가의 외국산 DO meter 수입하여 사용하고 있다. Clark형[1]의 산소 센서가 발표된 이후에 박막형 기술에 기반을 둔 산소 센서에 관한 연구들이 많이 이루어지고 있으며, 이에 따른 가스 투과막 등과 관련하여 제조과정, 전기 화학적 동작 및 특성에 관한 방대한 자료들이 보고되고 있다. 그러나 부피가 크고 가격이 고가인 Clark형[1] 산소 센서의 단점과 제작과정이 어려운 박막형 센서의 단점을 보완하기 위하여 비교적 저렴하고 응답특성도 우수하며 또한 제조가 간편한 용존 산소 측정용 센서를 제작하였다.

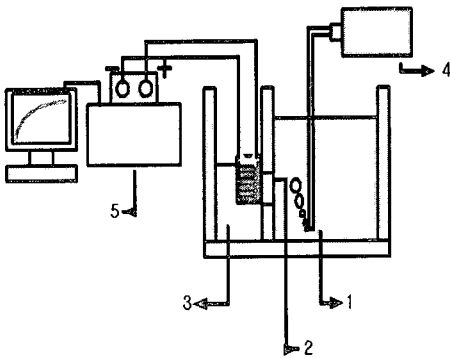
본 연구에서는 기존의 Bulk형태가 아닌 후막형 형태로서 스크린 프린터법을 이용한 빗살 모양으로 제작되었다. 빗살 무늬 모양의 박막을 통해 전해액 속에서 일어나는 전기 화학반응으로 산소의 농도 증가에 따른 전류를 측정하는 것이며, 응답특성이 우수한 선형성을 보이고 있다. 본 연구를 이용하여 하천수 및 해양수의 지속적인 DO 측정, 생활하수, 축산폐수, 양식업, 및 공장폐수의 유입이 예

상되는 지점의 오염원 추적 및 감시체제 확립, 적조 등에 따른 수산물 피해에 대한 오염원인과 그 정도를 규명하고 각종 폐수, 오수 처리관리에 이용될 수 있다.

2. 실험

2.1 실험장치

실험에서 사용되어진 후막형 산소 센서의 실험 장치의 개략도는 Fig 1.과 같다. 사각형의 플라스크를 제작하여 한쪽은 증류수 다른 한쪽은 반포화 상태의 KCl이 주입되었고, 중앙에는 산소 투과율이 높은 격막(membrane)을 설치하였다. 10분 동안 산소를 증류수에 bubbling하면서 산소 농도증가에 따른 전류 변화를 관찰하였다.

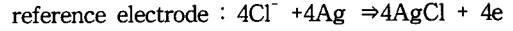
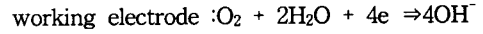


- 1: H₂O 2: membrane 3: KCl
4: 산소주입기 5: 반도체 분석기

그림 1. 후막형 용존 산소 센서 시스템의 개략도.
Fig. 1. Schematic diagram of thick film type for dissolved oxygen sensor system.

그 동작원리는 박막형 센서를 전해액에 담그고, Pt성분으로 된 동작 전극의 (-)과 Ag/AgCl의 (+)극 사이에 0.7 V ~ 0.8 V의 전압이 인가되면, 용존 산소가 격막을 투과하면서 센서 내부로 들어가고 내부의 전극 표면에는 전기 화학 반응이 일어나 전류가 흐르게 된다. 이 경우 흐르는 전류의 크기는 일정 조건 하에서 용존 산소 농도에 비례하므로 이 전류를 측정하는 것에 의해 용존 산소 농도를 알 수 있다. 즉 격막을 투과한 산소 분자가

working electrode에서 reference electrode로 전자의 흐름이 발생되어 전류가 흐르게 되며, 이때 두 전극에서 이루어지는 화학변화의 방정식은 다음과 같다.



또한 DO 농도는 박막형의 양극 및 음극의 재질과 전해액 재질 그리고 산소투과막의 재질 등 여러 요인이 그 특성에 영향을 미칠 수 있다. 한편 이 센서의 기본적인 성능은 각종 요인에 의해서 정해지나 실용적인 측면에서 이 센서는 전극간을 흐르는 미소전류를 정확하게 검출할 수 있는 측정회로가 구비되어야 한다. 수십 μm 의 두께를 지닌 격막을 사용하고 전해액으로는 반포화 상태의 KCl 용액을 이용하였다.

2.2 제작과정

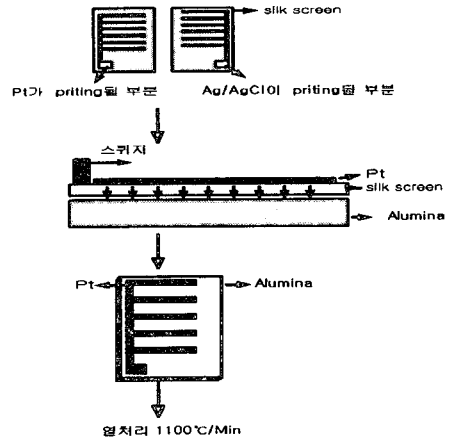


그림 2. 후막형 용존 산소 센서의 제작과정.

Fig. 2. Fabrication process of thick film type dissolved oxygen sensor.

후막형 산소 센서의 제작은 screen print method을 이용한 것으로 그 과정이 Fig 2.와 같다. 먼저 비금속의 Pt가 인쇄될 마스크와 Ag/AgCl이 인쇄

필 마스크 두 개를 제작한 뒤 기판(Alumina)위에 원하는 물질을 각각 인쇄하여 Ag/AgCl의 경우는 150℃에서 40분, Pt는 1100℃ ~ 1200℃(10℃/min)에서 30분 동안 열처리하여 제작하였다. 이렇게 제작된 sample의 박막 두께는 10 μm ~ 20 μm 정도였다.

2.3 샘플의 형태

제작된 샘플의 종류는 Fig 3.과 같으며 sample2 역시 sample1과 같은 방식으로 제작하여 산소 농도의 증가에 따른 그 전류변화를 관찰 비교하였다. 기판의 크기는 1.4 cm × 2.9 cm이며, 두 전극간의 간격은 화학 반응이 잘 일어나도록 0.4mm로 제작하였다.

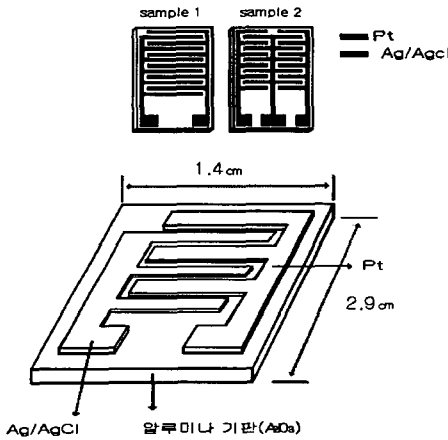


그림 3. 샘플형태의 단면도.

Fig. 3. Cross section of sample type.

3. 결과 및 고찰

Sample1의 기준 전극에 0.7 V ~ 0.8 V를 인가 했으며 물의 온도 변화에 따른 결과가 Fig 4.와 Fig 5.에 나타나 있다. 용존 산소의 변화에 따라 선형적인 응답성을 보이고 있으며, 시간이 지날수록 용존 산소가 증가하여 포화상태에 도달하게 되면 전류도 역시 포화에 이르게 되었다. A, B, C, 각각 해당되는 물의 온도가 21℃, 25℃ 30℃이고 시간에 대한 전류의 변화가 관찰되었다. 그림에서 보듯이 온도가 증가에 함에 따라 산소가 더 적게 용존 되므로 전류의 변화는 온도가 증가할수록 전

류의 변화가 더 적게 관찰되었음을 보여준다. sample1과 sample2의 비교측정 결과 sample2의 경우 전체적으로 응답특성이 우수하게 관찰되었다

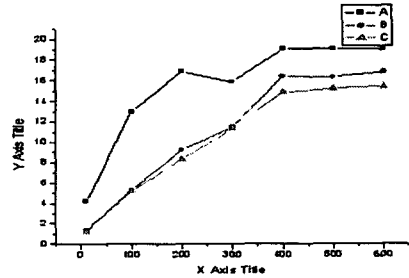


그림 4. 시간에 대한 전류변화 곡선(Sample 1).

Fig. 4. Current change curve for time(Sample 1).

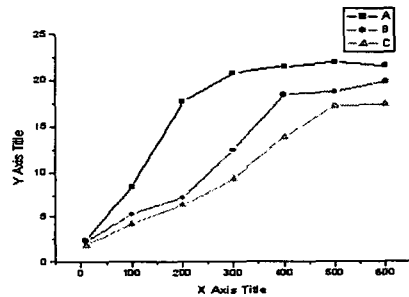


그림 5. 시간에 대한 전류변화 곡선(Sample 2).

Fig. 5. Current change curve for time(Sample 2).

4. 결론

후막형 산소센서를 제작하여 산소 농도 증가에 따른 응답특성 곡선을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Bulk형태가 아닌 제조가 간단하고 가격이 저렴한 screen print method을 이용하여 후막형 산소센서를 제작하였다.
2. 산소 농도가 증가 할 수록 시간에 대한 전류 응답 특성이 우수하였다.
3. Sample1과 Sample2를 비교 측정한 결과 후자의 경우가 더 응답특성이 우수하였다.
4. 온도에 따른 용존 산소 측정 결과 온도가 증가

할 수록 용존 되는 산소의 양이 적으므로 응답 특성은 떨어졌다.

참고 문헌

- [1] L. Clark, "Monitor and Control of blood and tissue oxygen tension", Trans. American Society of Artificial Internal Organs, 2 41-48, 1956
- [2] B. K. Sohn and C. S. Kim. "A new pH-ISSFET based dissolved oxygen sensor by employing electrolysis of oxygen" Sensors and Actuators, B 34, 435-40, (1966)
- [3] M. L. Hitchman, "Measurement Dissolved Oxygen", John Wiley & Sons New York, (1978)
- [4] A. M. Weisberg, "Metal Finishing", Metals and Plastics Pub., (1983)
- [5] D. Mogan and S. Weber, "Noise and single to noise ratio in electrochemical detectors", Anal. Chem., 56, 2560-2567 (1984)
- [6] Hiroaki Suzuki, Akio Sugama, and Naomi Kojima. "Miniture Clarktype oxygen electrode with a three-electrode configuration", Sensors and Actuators B, Vol.2, pp.297-302, (1990)
- [7] Linek, V., Vacda, V., Sinkule, J. and Bense. P. (1988). Measurement of Oxygen by membrane Covered Probes, Ellis Horwood Ltd