

VOC 함유 토양가스 모니터링을 위한
SnO₂ 세라믹 가스센서의 반응특성 연구
SnO₂ Ceramic Gas Sensor for
VOC Contaminated Soil Gas Monitoring

최관영 · 조현정 · 양지원

한국과학기술원 화학공학과

ABSTRACT

Recently, development of advanced soil monitoring technology has become essential for effective site remediation. Soil gas evaluation is simple and powerful technology which can reduce the environmental impact during the survey of VOC contaminated area. In this research, the feasibility test of SnO₂ ceramic gas sensor is conducted to improve soil gas measurement technology. As a result, it is successfully proved that this gas sensor has an possibility for soil gas monitoring.

key word : VOC, soil, soil gas monitoring, SnO₂ ceramic gas sensor

I. 서론

토양의 오염은 물이나 공기와는 달리 오염이 쉽게 감지되지 않고 시료의 채취와 분석이 어렵다는 특성을 지니고 있다. 이러한 까닭으로 토양의 오염 현황을 파악하는 것은 오염된 토양을 정화하는 것에 못지 않게 까다로울 뿐 아니라, 많은 비용과 시간이 요구된다. 따라서 보다 효율적인 오염 평가를 위한 분석 기술의 개발이 무엇보다 시급한 실정이다.

오염 토양의 모니터링 방법은 크게 관입 방법과 비관입 방법, 현장(In-Situ) 측정법과 현장외(Ex-Situ) 측정법으로 나눌 수 있다. 현재까지 사용되는 대부분의 토양 오염 분석 방법은 관입법으로 토양 시료를 직접 채취하여, 실험실 등에서 추출 등의

과정을 거쳐 분석하는 현장의 분석법이다. 이러한 방법은 토양 환경에의 교란이 심하고, 시간과 비용이 많이 소모된다는 단점이 있다. 따라서 토양의 교란을 최소화하면서 빠르고 간편하게 현장에서 오염정도를 파악할 수 있는 평가 기법의 개발이 요구되어진다.

이러한 현장 평가 기법 중 하나로 휘발성 유기화합물로 오염된 토양의 토양 가스 모니터링 기법이 있다. 토양가스 모니터링 기법은 비록 오염농도의 정량적/절대적 평가는 불가능하지만, 간편하고 신속하며 저렴하게 오염물의 분포를 파악할 수 있다는 장점을 지닌다. 뿐만 아니라, 토양 가스 분석은 비교적 토양 환경에 대한 교란이 적은 평가 기법이다. 그러나, 대부분의 경우 현장에서 토양 가스 중의 오염물 농도를 측정하기 위해서는 portable GC와 같은 고가의 장비가 필요하다. 만일 보다 저렴하고 간편한 기존의 세라믹 가스 센서를 이용하여 오염 토양 중의 휘발성 유기오염물 검출이 가능하다면, 훨씬 효율적인 오염현황 파악이 가능할 것이다. 따라서 본 연구에서는 상용화된 세라믹 가스 센서를 이용한 토양 가스 모니터링의 가능성을 알아볼 예정이다.

II. 실험 방법

본 연구에서는 기존의 상용 세라믹 가스 센서 중, 대상 가스 분석에 적합하다고 판단되는 FIGARO TGS 823 센서의 토양 중 휘발성유기오염물에 대한 반응 특성을 조사, 연구하였다. TGS 823 가스 센서는 유기 용매의 검출을 위하여 설계되었으며, 주로 Acetone, Ethanol, Benzene, n-Hexane, Isobutane, CO, Methane 등에 대하여 높은 감도를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

반응기의 온도는 50℃가 되도록 설정하였으며, BTEX, MTBE 등의 오염물에 대해 50~1000 ppm의 농도 범위에서 세라믹 가스 센서의 반응특성을 관찰하였다. 또한 이들 오염 물질에 대해 정량 분석 뿐 아니라, 정성 분석의 가능성을 알아보기 위해 센서 표면의 가열 온도 조건을 그림 1.과 같이 세 가지로 선정하였다. 실험조건 I에서는 기본적인 규칙적인 전류변화 조건에서 가스의 반응 특성을 관찰하였고, 실험조건 II에서는 전류의 amplitude 조건을 변화시키면서 오염된 가스의 저항 변화를 파악하였다. 실험조건 III에서는 전류의 frequency변화에 따른 오염물의 종류별, 농도별 특성을 알아보았다.

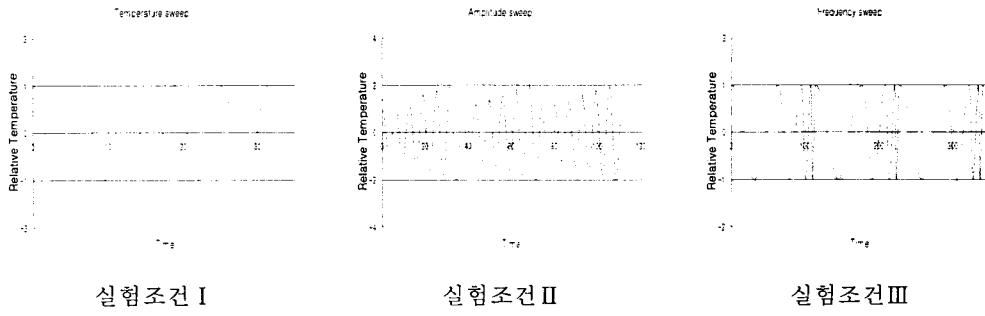


그림 1. 오염가스의 성분 및 농도에 따른 센서의 반응 특성 관찰을 위한 실험 조건 설정

III. 결과 및 고찰

실험조건 I 에서 각각의 오염물(BTEX, MTBE)의 농도에 따른 저항 변화를 관찰한 결과 오염물의 농도가 증가할수록 저항이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 각각의 오염물질에 따라 반응 정도가 다른 것을 알 수 있었다.

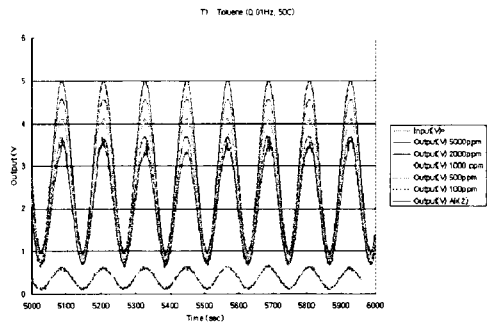


그림 2. 오염물의 농도에 따른 저항 변화

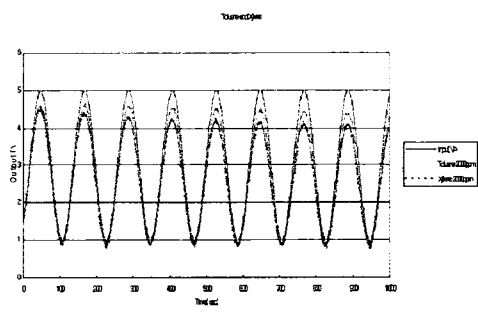


그림 3. 오염물의 종류에 따른 저항 변화

실험조건II에서는 실험조건 I 에서와 유사하게 오염물의 농도가 높아질수록 저항이 감소하며, 오염물의 종류에 따라 다른 반응 특성을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 이러한 반응 특성 관찰만으로는 오염물의 정성 및 정량 분석을 동시에 수행하고자 한 본래의 연구목적에 달성하기 어려웠다.

실험조건III의 실험 결과, 푸리에 변환을 통하여 얻어진 각각의 상수값을 이용하여 대상 오염가스의 종류와 농도를 성공적으로 파악할 수 있음을 확인할 수 있었다. 따

라서, 향후 보다 다양한 조건과 오염 가스에 대한 보완 및 검증실험이 수행할 예정이다.

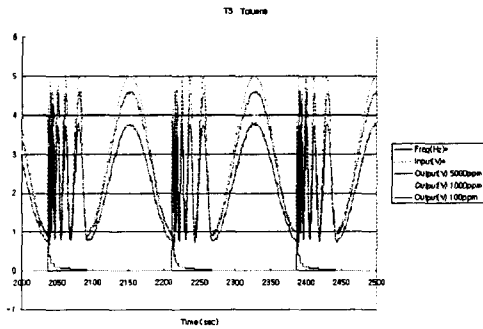


그림 4. Frequency의 변화에 따른 저항 변화

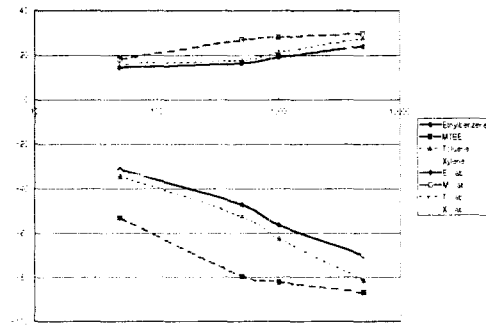


그림 5. 오염물의 농도 및 종류에 따른 상관 관계

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 환경모니터링 신기술 연구센터 지원사업의 일환으로 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Giuliano Martinelli, Maria Cristina Carotta, Matt대 Ferroni, Yoshihiko Sadaoka, Enrico Traversa, 1999, Screen-printed perovskite-type thick films as gas sensors for environmental monitoring, Sensors and Actuators B, 55, 99-110
- 2) H. Gong, Y.J. Wang, S.C. Teo, L. Huang, 1999, Interaction between thin-film tin oxide gas sensor and five organic vapors, Sensors and Actuators B, 54, 232-235
- 3) W.M. Sears, K. Colbow, Franco Consadori, 1989, Sensors and Actuators, 19, 333-349