# 휴대용 가스 분석 장치를 위한 시스템 설계에 관한 연구

김춘동*,**, 박세현**
*(주)동양기술단
**안동대학교 전자공학과
e-mail:k335@chol.com

# A Study on System Design for Portable Gas Analyzer

Chun-Dong Kim*,**, Se-Hyun Park**
*Dongyang Engineering Co. Ltd.,
**Dept of Electronic Engineering, Andong University

요 약

본 논문에서는 이동 가능한 휴대용 가스 분석 장치를 제안한다. 기존의 가스 검출 시스템은 주로 해외 기술에 의존되어 있고 고가이며 대형인데 반해 개발된 시스템은 휴대용으로 설계 되었다. 설계된 시스템은 광원, 광변조기, 신호처리기와 신호기록장치 거쳐 가스 데이터를 정보처리한다.

## 1. 서론

현재 사용되고 있는 기존의 가스분석 시스템는 대부분 해외 기술에 의존된 고정형 설비로서 방식상의 이유로 일정한 장소에 고정시켜 사용되어야 하는 문제점을 가지고 있다. 또한 기존의 가스 분석 시스템은 일정한 측정환경을 요구되는 추가적인 설비가 구비되어야 정상 작동하는 시스템 운영과 부수적으로 많은 비용이 요구된다.

제안된 가스 검출 시스템은 고정형 설비를 이동 가능한 형태로 바꾸기 위해서 시스템의 구조와 추출된 가스 정보를 효과적으로 처리하려고 하며 이를 위해 소프트웨어와 하드웨어의 구조를 변형하려고 한다. 그리고 개발하려는 시스템은 소형화는 물론 상대적으로 열악한 환경에서도 측정 정확도가 유지되어야 엄격한 사양을 만족하여야 한다. 그리고 기존의 외산의 고정형 시스템의 사양과 동일하면서 휴대용 장치로 구현되여야 하는 요구 조건을 모두 만족시키려 한다.

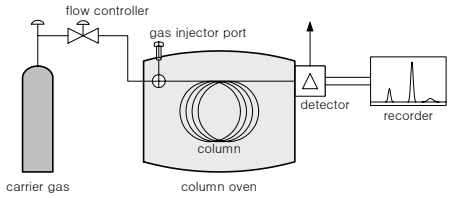
본 논문에서는 휴대용 가스분석 시스템을 개발함에 있어 휴대용 장비에 적합한 형태와 방식을 가지는 가스 분석 구조를 제안하고자 한다.

## 2. 본론

가스분석장치의 크게 가스추출부와 가스검출부로 구성되어 있는데, 가스를 추출하는 방식과 추출된 가스를 측정하는 방식에 따라 여러 형태로 구분된다.

가스분석기법에 있어 분석에 필요한 가스들은 피측정 대상에 용존된 상태에서 바로 계측되는 방법보다는 추출장치를 통해 피측정 대상으로부터 추출된 후 검출장치에 의해 계측된다. 이때 피측정 대상에서 추출된 가스는 대개 혼합된 형태로 추출되며, 이 중에서 특정한 가스에 대해서 양을 파악하기 위한 장치가 요구된다.

현재 고정형 설비에 주로 이용되는 방법은 가스크로마토그래피(gas chromatography : GC)기법으로서 혼합가스가 이동상인 캐리어 가스에 의해 컬럼을 이동하는 동안 컬럼 내의 고정상과의 상호작용에 의해 단일성분으로 분리되는 현상을 이용하여 개별 가스를 분리하여 내는 방법이다.



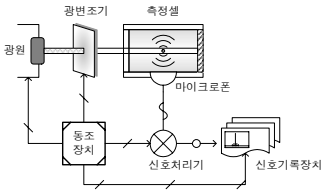

(그림 1) GC기반 가스분석기 구조

GC기법에 의해 분리되어진 가스들은 시간 순서에 따라 차례대로 검출기에 도달하게 되는데 불꽃 이온화 검출기(flame ionization detector : FID) 등과 같은 검출기를 통해 그 함유량을 계측하게 된다.

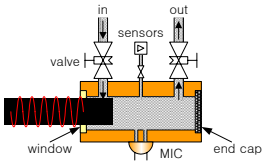
이러한 GC기법에 의한 가스분석장치는 장비 자체가 복잡한 구조로 되어있는데다 장치 설치시 정교하게 세팅된 상태가 그대로 유지되어야 하기 때문에 이동형 장비에 사용하기에는 무리가 따른다. 그리고 캐리어 가스 등과 같은 장비가 운용되기 위해 필요한 최소한의 설비가 요구되며, 일정한 온도, 습도가 유지되어야 하는 등의 측정환경 또한 갖추어져야 한다는 점 또한 휴대화의 장애요인이 된다. 이러한 점에서 볼 때, 가스분석장치의 휴대화를 위해서는 휴대용 장비에 적용하기 적합한 형태를 가지는 검출기 모델이 필요하다.

가스분석을 위한 또 다른 방법으로는 광음향 효과를 이용한 광음향 분광법(Photo-Acoustic Spectrography : PAS)이 있다. 광음향 효과란 매질에 빛이 입사되어 소리가 발생하는 현상으로 광흡수 및 에너지방출 과정에서 여러 가지 분자운동이 일어나고 이로 인해 음향이 발생하게 된다.

그림 2는 본 논문이 제안하는 광음향 분광법을 활용한 가스검출기로서 측정될 혼합가스를 측정셀에 적재시킨 후, 측정셀 내부로 특정한 빛을 입사시켜 가스의 분자운동에 의해 발생하는 음향을 마이크로폰을 통해 취득하여 가스의 양을 계측한다. 제안된 가스검출기는 크게 광음향 모듈, 신호처리기, 신호기록장치, 동조장치로 구성되어 있다.



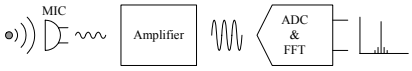

(그림 2) 가스검출기




(그림 3) 측정셀의 구조

측정셀은 원통형의 구조를 가지며, 입사창과 반사창, 가스 인입 및 배출구, 마이크로폰으로 구성되어 있으며, 제어밸브를 두어 가스측정, 가스적재 등의 상황에 맞게 측정셀의 밀폐 및 개방을 제어할 수 있도록 한다. 그리고 측정시 적재된 가스시료의 상태를 파악할 수 있도록 압력, 온도 등을 감지하기 위한 센서들이 장착하였다.

동조장치는 광원, 광변조기, 신호처리기, 신호기록장치 등을 서로 연계하는 장치로서, 측정셀에 적재된 혼합된 가스시료로부터 개별가스의 반응을 검출하는 과정에서 광변조기 및 신호처리기, 신호기록장치 등을 연계하는 기능을 수행한다.




(그림 4) 광음향 신호의 처리

마이크로폰에 의해 계측되는 광음향 신호는 매우 작은 레벨의 소신호이기 증폭기를 사용하여 큰 신호로 증폭하고 이를 A/D변환한 후, FFT분석을 통해 주파수 영역의 신호로 변환하여 처리한다.

최종적으로 신호기록장치에는 개별가스에 대한 광음향 신호들이 분류된 상태로 기록된다. 그리고 측정 당시의 시스템 상태와 가스시료의 온도, 압력 등과 상태들도 함께 기록된다.

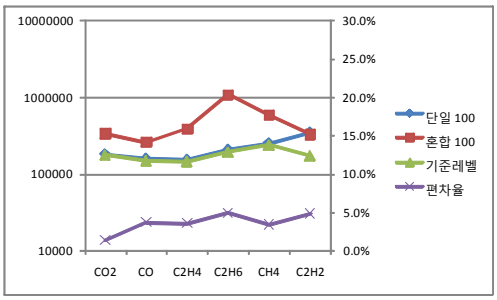
제안된 가스검출장치는 광음향 분광기법을 사용하는 가스검출장치로서 방식상 혼합가스 상태에서 바로 측정하는 가능하기 때문에 가스분리를 위해 사용되는 비교적으로 큰 부피의 기계적인 장치들을 생략할 수 있으며, 일부 물리적인 장치들을 전자회로로 대체함으로서 소형화를 꾀하였다.

<표 1> 기존 방식과 제안된 방식 비교

| | | 기존 방식 | 제안 방식 |
|---|---|---|---|
| 주요 기법 | | GC | PAS |
| 시료 상태 | 초기 | 혼합가스 | 혼합가스 |
| | 측정시 | 개별가스 | 혼합가스 |
| 가스분리 | | O - 컬럼상 분리 | X - 불필요 |
| 가스검출 | | 불꽃이온화 반응 | 광음향 반응 |
| 검출방식 | | 접촉식, 파괴식 | 비접촉식, 비파괴식 |
| 캐리어가스 | | 필요 | 불필요 |
| 측정환경 | | 일정한 온도, 습도 | 방음 |
| 휴대성 | | 고정식에 적합 | 휴대용 적용가능 |

## 3. 실험 및 결과

제안된 가스검출장치는 검증은 시스템 기반에서 시행되었으며, 이를 위해 표준혼합가스와 단일가스를 주입하여 각 경우에 대한 가스검출기의 반응을 관찰하였다.




(그림 5) 실험결과

그림 5는 $C_2H_2$ 가스에 대하여 동일 농도를 가지는 개별가스와 혼합가스의 주입시 반응을 비교한 것으로 혼합상태에서도 개별가스 주입시와 같은 반응을 검출하였으며, 편차율 5%이내의 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

## 4. 결론

본 논문에서는 휴대용 가스분석장치 개발을 위해 소형화된 가스검출장치를 제안하였다. 제안된 장치는 기존 장치에 비해 소형화가 가능하고, 복잡하고 민감한 물리적인 장치를 생략함으로서 휴대성을 강화하였다. 설계된 시스템은 광원, 광변조기, 신호처리기와 신호기록장치 거쳐 가스 데이터를 정보 처리한다

## 참고문헌

[1] Donald L. Pavia 외 “Introduction to spectroscopy” 2nd Ed. Saunders College Publishing

[2] Allan Rosencwaig “Photoacoustics and Photoacoustic Spectroscopy” a Wiley-Interscience Publication

[3] Yoh-Han Pao “Optoacoustic Spectroscopy and Detection” Academic Press

[4] 이대운 외 “기기분석” 대한교과서