

UV/IR 화재감지장치 개발

이복영, 권오승, 정창기, 조성수*
한국화재보험협회 부설 방재시험연구원, 우통전자주식회사*

The development of UV/IR combination flame detector

Bog Young - Lee, Oh Seung - Kwon, Chang Ki - Jung, Sung Soo -Jo
Fire Insurers Laboratories of Korea, a Subsidiary of KFPFA, Woo Tong Electronics Co.*

1. 서론

탄소를 함유한 가연물 연소시 발생하는 연소생성물을 감지하는 화재감지기는 보호대상물의 예상화재성상을 고려하여 설계·시공되어야 화재로부터 인명안전과 재산피해의 최소화를 구현할 수 있는 화재감지system이 구축될 수 있다. 특히, 연소성상이 급속하게 화염으로 전이되는 가연성액체·기체의 화재, 석유류를 저장·취급하는 장소의 화재, 도로·터널에서의 차량화재, 창고, 격납고 등 고층정 건물의 화재, 문화재 등의 화재를 감지하기 위해서는 열, 연기감지방식보다는 조기화재감지 System을 구축하는 방법으로 불꽃에서 방사되는 복사에너지감지장치를 개발·사용하는 것이 필요하여 감지장치의 부착높이가 20 m 이상이 되는 장소와 화학공장, 격납고, 제련소 등에는 불꽃감지기를 설치토록 하였으며 이러한 설치근거와 조기화재감지 system구축이라는 화재안전측면에서 선진 외국의 제품을 수입·설치하여 국민경제비용상승 등으로 방재관련 애로기술로 대두되어 복사에너지감지장치의 연구개발이 필요하게 되었다.

2. 이론

2.1 FLAME의 SPECTRUM특성

불꽃으로부터의 Spectrum방사에 따른 상대적인 강도는 Fire Perimeter에 절대적인 지배관계를 나타내고 있으며, Flame으로부터 방사되는 복사에너지와 간섭요인 사이의 Spectrum특성은 다음과 같은 식별특성을 가지고 있다.

- 화재시 Spectrum분포는 약 4.1~4.7 μm 의 파장사이 적외선 범위에서 최대 방사강도를 나타낸다.
- 5 μm 이상의 파장대에서는 Flame의 방사특성만이 존재한다.

이 대역에서는 Hot Body가 간섭요인으로 분류가 된다.

이러한 특성은 탄소를 함유한 가연물 연소시 spectrum과 간섭요인 사이 Spectrum 식별특성이 불꽃화재감지장치의 감지기술에 적용되었다(1),2),3),4).

2.2 복사에너지 감지

1) UV 파장대의 복사에너지 감지소자

자외선을 검출sensor는 진공관형태의 G-M Tube나 UV Tron이 있으며, 광전

관은 진공관형태로 Tube Glass는 300mm 파장대의 방사에너지를 투과시키는 Window재와 광전자방출을 지속적으로 유지시키는 불활성가스가 핵심기술로 연구개발대상으로 선정되었다5).

2) IR 파장대의 빛에너지 감지

초전체는 Window재 채택과 PZT의 조성비율을 변화시키면 높은 안정성을 가지고 있어 적외선 불꽃화재감지소자로 선정하였으며, 방사량감지방법은 정방사방식을 선정하였다. Band Pass Filter는 Sapphire와 Silicon소재에 특수 Coating을 한 Window재를 이중 Band Pass Filter화 하였으며, 초전체 Unit에는 FET를 내장한 감지센서를 연구개발대상으로 선정하였다.

3. 실험

3.1 Flame의 Spectrum특성 실험

N-Heptane과 유기용제 연소시 Flame의 Spectrum분석에 관한 연구결과 그림 1, 2와 같이 분석되어 기반기술자료조사·연구내용과 일치하는 특성을 나타내어 Carbonaceous Material의 연소시 빛에너지를 감지하기 위한 기반기술을 확보하였다.

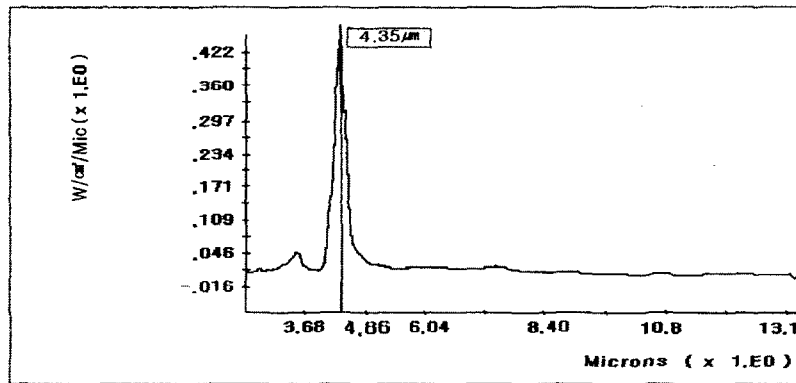


그림 1. Experimental Spectrums of N-Heptane Fire

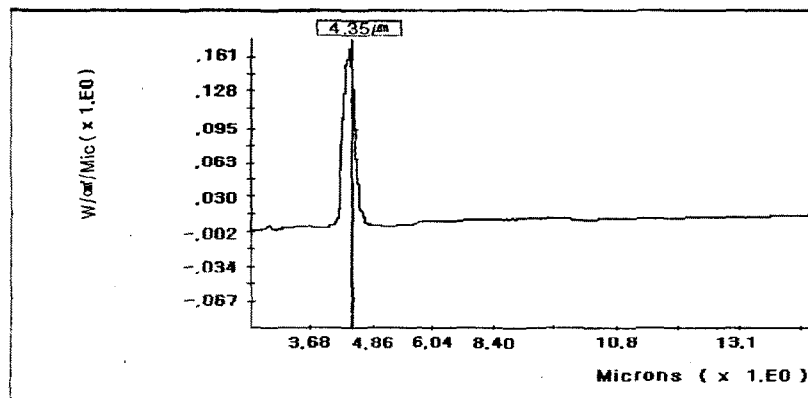


그림 2. Experimental Spectrums of Thinner of Fire

4. 연구결과

4.1 UV 불꽃화재감지장치

1) 광전관 개발

UV 투과를 위한 Window재인 석영관내에 음극, 양극 Lead를 삽입하고Tube내에는 안정성, 응답특성향상을 위하여 불활성가스를 주입·봉합하여 광전관을 제작하였다.

2) 음극, 양극 Lead의 개발

음극은 은, 동, 기타재질로 구성된 합금을 편형으로, 양극은 Cu-Ni도금의 Lead를 Paper Clip형상으로 시작하였다.

3) 봉입Gas의 개발

Ar, Ne 등 불활성가스를 광전관내에 봉입하였으며 이 봉입가스는 UV Tron의 신뢰성과 응답특성향상을 위한 기술로서 시작·검증을 통하여 국내기술화에 성공하였다.

4) 안정화회로 설계

On/Off Switching회로를 감지기내에 On-Board화 하였으며 이 회로를 Hybrid IC화하였다(6,7).

5) 시작품 제작

시작품에 대한 전기적 특성, 응답특성, 내환경성, 내구성 등을 검증하여 그림 3과 같이 UV 화재감지장치를 기존 자동화재탐지설비와 호환성을 갖도록 설계·제작하였다.

6) 시작품 성능검증

연구개발된 UV 화재감지장치는 시야각 140 도, 시야거리 60m 감시영역을 갖는 UV 화재감지장치로 검증되었다.

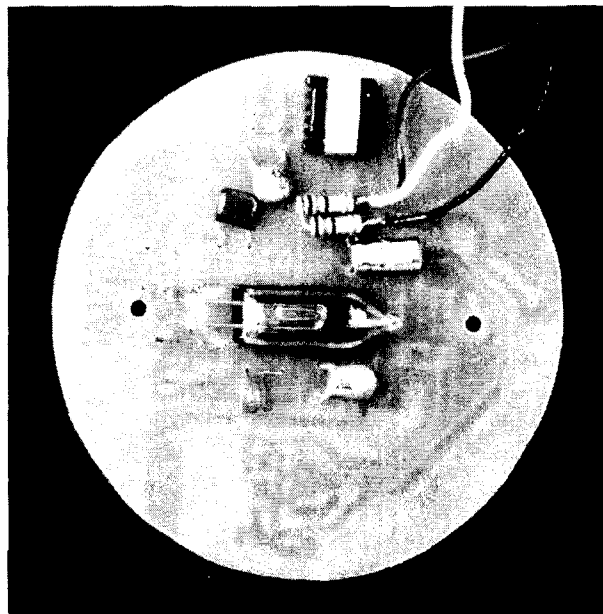


그림 3. Diagram of UV Flame detector Sample's PCB

4.2 IR 불꽃화재감지장치

1) 적외선 투과 Window재개발

1차 IR Band Pass Filter로 Sapphire를 선정하였다.

4.35 μ m 파장에서의 2차 Band Pass Filter는 Silicon소재의 양면에 SiO₂와 Ge을 Coating 하여 Filter를 제작하였다.

2) PZT 초전형 감지소자 개발

PbO, ZrO₂, TiO₂의 소재에 MnO₂를 첨가한 감지소자를 개발하였으며, 세라믹재료는 순도 99.9% 이상의 시약급 원료를 조성, 혼합, 탈수, 하소, 분쇄, Binder를 첨가, 부유 건조, 성형, 소결, 연마, 세척, 전극Print, 분극화를 거친 시료를 설계조건에 적합하도록 Cutting, 연마 및 세척하여 금속가공을 하였다(8),9),10),11),12),13).

3) 안정화회로 설계

FET회로에 의해 On/Off Switching회로를 동작시켜 경보신호를 발생시키도록 회로를 설계·시작하였으며, 회로를 Hybrid IC화하였다.

4) 시작품 제작

시작품에 대한 전기적특성, 응답특성, 내환경성, 내구성 등을 검증하여 그림 4와 같이 IR 화재감지장치를 설계·시작하였다.

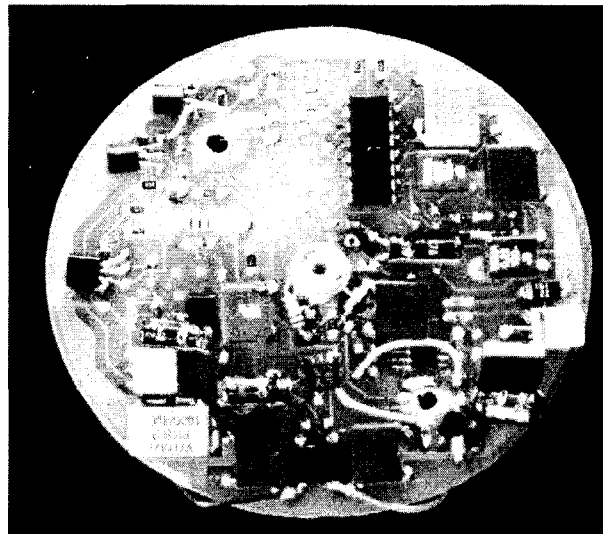


그림 4. Diagram of IR Flame detector Sample's PCB

5) 시작품에 대한 성능 검증

응답특성시험결과 시야거리 30m, 시야각 140 도의 시야범위를 갖는 IR 불꽃화재감지장치가 개발되었다.

4.3 UV/IR 화재감지장치

1) 복합형 불꽃감지장치의 필요성

연구개발된 UV, IR 화재감지장치를 비화재보에 대한 신뢰성 향상을 위한 방법으로 UV, IR 감지소자를 하나의 Unit내에 배치하여 UV/IR 복합형 화재감지장치를 개발하였다.

2) 안정회로로 설계 및 시작

하나의 감지기 Unit내에 UV, IR 감지회로를 일체화시키기 위해 양면 PCB를 설계하여 UV와 IR 복사에너지가 정해진 시간내에 존재하는 경우에만 신호를 발생시키는 회로 및 HIC 등을 개발하여 On/Off Switching회로를 설계하였다.

3) 시작품 제작

시작품에 대한 전기적특성, 응답특성, 내환경성, 내구성 등을 검증하여 그림 5와 같이 UV/IR 화재감지장치를 설계·제작하였다.

시작품은 기존 Spot형 감지기 Detector Head를 제거한 후 천장면에 부착된 Base에 배선의 재조정 없이 부착·설치하도록 설계·시작하였다.

4) 시작품에 대한 성능검증

응답특성시험결과 그림 6과 같이 시야거리 30m, 시야각 120도의 시야범위를 갖는 UV/IR 불꽃화재감지장치가 개발되었다.

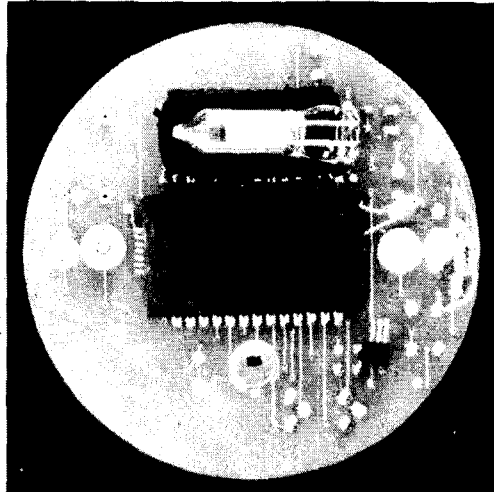


그림 5. Diagram of UV/IR Flame detector Sample's PCB

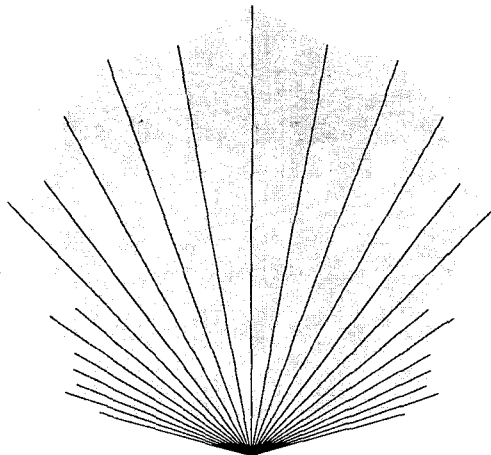


그림 6. Schematic Diagram of Viewing Angle and Viewing Distance

5. 결론

- 1) 탄소를 함유한 가연물의 연소시 불꽃의 복사에너지 특성을 분석하여 불꽃 화재 감지기술의 기반기술로 정립하였으며, 불꽃의 특성을 이용한 복사에너지 감지소자의 개발기술을 정립하였다.
- 2) 안정적이고 신뢰성있는 UV 복사에너지감지소자와 IR 복사에너지감지소자를 개발하여 불꽃화재를 조기에 감지할 수 있는 복사에너지감지장치를 개발하였다.
- 3) 감지소자와 일체화된 감지장치의 회로 안정화기술 연구를 통하여 HIC를 자체 개발, 안정적인 응답특성의 유지와 양산을 위한 생산공정의 경제성을 확보하였다.
- 4) 화재감지장치의 유지관리기술향상으로 조기화재경보시스템을 구축할 수 있는 UV/IR 복합형 불꽃화재감지장치를 개발하였다.

후 기

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 특정연구개발사업 중 인위재해방재기술개발사업으로 연구비를 지원받아 수행되었습니다. 과제수행에 많은 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

참고문헌

1. Walter M, Haessler, Fire, 80~83, Marcel Dekker, Inc., USA (1989).
2. 김명배, "Pool Fire의 기본적 특성에 관해", 한국화재·소방학회지, 11권 1호, 55~64 (1997).
3. Dougal Drysdale, An Introduction to Fire Dynamics, 129~131, John Wiley & Sons, USA (1994).
4. Jeff penny, "The role of Flame Detection in AFD", Fire surveyor, Vol. 15, No. 2, 22~28, (1986).
5. 이승래, 광소자응용기술, 54~176, 연학사 (1993).
6. 이흥무, 프린트 기관제작, 54~60, 도서산업사 (1997).
7. 福山隆晃, 안정화전원회로집, 72~80, 기전연구소 (1992).
8. A. G. Chynaweth, "Dynamic Method for Measuring the Pyroelectric Effect with Special Reference to Barium Titanate", Phys., Vol. 27, No. 1, (1956).
9. C. B. Roundy and R. L. Byer, "Sensitive LiTaO_3 Pyroelectric Detector", Phys. Vol. 44, (1973).
10. R. Lane, D. Luff, K. R. Brown and H. J. Marshallsay, "The Variation of the pyroelectric Properties with Composition and Phase Structure for Lead Zirconate Titanate Ceramics", Trans.Brits. Ceram., USA (1973).
11. M. Shimhony and A shallor, "Pyroelectric Voltage Response to step Signals of IR in Triglycine Sulphate and Strontium-Barium Niobate", Phys., Vol. 42, (1971).
12. P. Gordon, Principle of Phase Diagrams in materials systems, Mcgraw Hill, USA (1968).
13. M. B Panish, Progress in solide stte chemistry, Pergamon Press, USA (1968).