

## 삼파장 적외선식 불꽃감지기의 자가진단 회로 개발

(A Study on Signal Circuit of the Self Diagnosis Type Triple Infrared Flame Detector)

송현선\* · 이의용\*\*

(Hyun Seon Song · Yeu Yong Lee)

### Abstract

There is needed the triple pyroelectric Infrared flame detector to really recognize problem, for the prevention and early suppression of fire. This system recognizes the characteristics of fire sources in various type and is communicated the message to the operators. Therefore, the prevention and early suppression of fire is available. Especially this paper focuss on development of the self diagnosis type flame detector for preventing malfunction comparing of basic and detected values.

Key Words : Triple Infrared, Flame Detector, Self Diagnosis, Contamination Test

### 1. 서 론

최근 산업의 첨단화와 대도시 인구 집중화로 인하여 화재문제도 더욱 대형, 복잡화되고 있다. 특히 고층건 축물이나 지하시설물에서의 화재 시에는 막대한 재산 상의 피해 뿐만 아니고 인명의 피해도 발생하고 있어 화재의 조기 진압에 많은 관심이 집중되고 있다[1-7].

화재감시는 열, 연기 중심의 초창기 연구를 시작으로, 근래에는 조기에 화재신호를 감지할 수 있는 불꽃 감지기 개발로 이어졌으며, 최근에는 초조기에 화재를 감지할 수 있는 삼파장 적외선식 불꽃감지기의 개발

에 많은 연구가 진행되고 있다[1-2]. 이는 화재의 특성 즉, 화재 시에 발생하는 연소생성물의 연소성상에 따른 고유의 방사특성을 이용한 것이다. 이러한 특성에 따라 적절한 응답특성과 작동원리를 갖는 감지기가 불꽃감지기이다. 특히 삼파장 적외선식 불꽃감지기는 화염으로부터 방사되는 적외선을 세 개의 파장대로 검출하여 정확도 높은 화재판단 알고리즘에 의해 화염과 자연광 및 인공조명과 차이를 정확하게 인식 할 수 있는 감지기이다[1, 4]. 그러므로 화염에 대한 선택가능성이 매우 높기 때문에 그 신뢰도를 높일 수 있고, 또한 기존의 불꽃감지기와의[3-4] 비교해서 매우 감도가 높기 때문에 감시거리와 감시범위를 확장할 수 있는 장점이 있다. 그러나 대기 중에 설치된 감지기는 분진 등의 이물질에 무방비 상태이므로 사용시간에 따라 감시창의 오염으로 인한 탁도 증가로 원활한 감지가 이루어지지 못하는 문제점이 있다. 특히 불꽃감 장이 통과하는 투명 감시창이 먼지, 분진 등으로 탁도가 심각할 경우는 파장 투과율이 현저히 저하되고 센

\* 주저자 : 세명대학교 전기공학과 교수  
\*\* 교신저자 : 창성에이스산업 대표이사  
\* Main author : SEMYUNG UNIVERSITY, The Department of Electrical Engineering, Professor  
\*\* Corresponding author : Chang Sung Ace Co.,Ltd, CEO  
Tel : 043-649-1303, Fax : 043-649-1774  
E-mail : hssong@semyung.ac.kr  
접수일자 : 2013년 7월 24일  
1차심사 : 2013년 7월 30일  
심사완료 : 2013년 8월 27일

서의 파장 감지 성능이 급격히 저하되어 화재 감지 불가능인 상태로 되는 경우도 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 불꽃감지기의 내부에서 감시창을 향해 특정한 파장을 투사하고 감시창을 통해 반사되는 파장을 비교 분석 함으로써 감시창의 오염여부를 판단할 수 있는 자가진단형 불꽃감지기를 개발하고자 한다.

## 2. 자가진단형 삼파장 불꽃감지기

자가진단형 삼파장 불꽃감지기는 화재발생 시 발생되는 복사에너지를 고감도의 적외선센서를 이용해 화재신호를 검출할 수 있도록 하였고, 자가진단 기능과 디지털 데이터통신 기능을 추가하여 화재검출의 정확도를 높이고 감지기 관리를 보다 용이하게 하였다. 특히 감시창의 오염도의 이상여부를 진단하여 자가경보 또는 원격으로 관리자에게 자동 통보함으로써 화재를 조기에 진압할 수 있게 하였다.

### 2.1 삼파장 적외선식 불꽃감지기의 설계 사양

삼파장 적외선식 불꽃감지기의 설계사양은 다음 표 1과 같다.

표 1. 설계사양  
Table 1. design specification

기준항목	내용	비고
적외선 감지 파장대역	단위 $\mu\text{m}$ 4.0, 4.3, 5.2	
감지기 응답시간	0.5~10sec	화염의크기에따라 응답시간 변동
입력전압	DC 24V $\pm 20\%$	
소비전류	최소 50mA 최대 90mA	
통신방식	RS-485 Half	
통신속도	9600bps	
정격전류	4~20mA	
감지거리	50m(유효거리 60m)	
감지각도	90도	
감지속도	30초 이내	
화재 감시 면적	최소 33cmX33cm	

## 2.2 삼파장 적외선식 불꽃감지기 회로

삼파장 적외선식 불꽃감지기 회로설계의 블록도는 그림 1과 같다. 이 불꽃감지기는 CO<sub>2</sub> 공명 방사대역의 3개 파장대(4.0 $\mu\text{m}$ , 4.3 $\mu\text{m}$ , 5.2 $\mu\text{m}$ )만을 검출하도록 설계되었고, 광학필터를 감시창(window)으로 한 3개의 적외선 센서를 내장하고 있다. 여기에는 사파이어유리를 사용하며 검출 창으로 부터 받아들인 적외선 가운데 3개 파장대의 적외선만이 적외선센서에 의하여 전기신호로 전환된다.

이 전기신호는 전기적 대역통과필터(band pass filter)를 갖는 신호증폭회로에서 흔들리는 다양한 주파수 성분 중 1~10Hz의 주파수만 선택하여 증폭한다. 화재판단회로에는 3개의 증폭신호를 받아 각각 신호치의 크기나 신호치 간의 비율 등을 계산하는 알고리즘이 내장되어 있다. 이 프로그램에 의해 불꽃으로부터 방사된 “이산화탄소(CO<sub>2</sub>)공명방사” 스펙트럼에서 파장 4.3 $\mu\text{m}$ 의 피크패턴이 검출되었을 경우에만 화재라고 판단하여 경보신호 출력부에 화재신호를 송출한다. 파장 4.0 $\mu\text{m}$ , 5.2 $\mu\text{m}$ 는 태양광과 인공광에 대하여 오동작 방지에 이용된다. 그러므로 불꽃에 대한 선택능력이 매우 높아 백열등이나 형광등, 나트륨등, 수은등 등의 인공조명에는 반응하지 않는다.

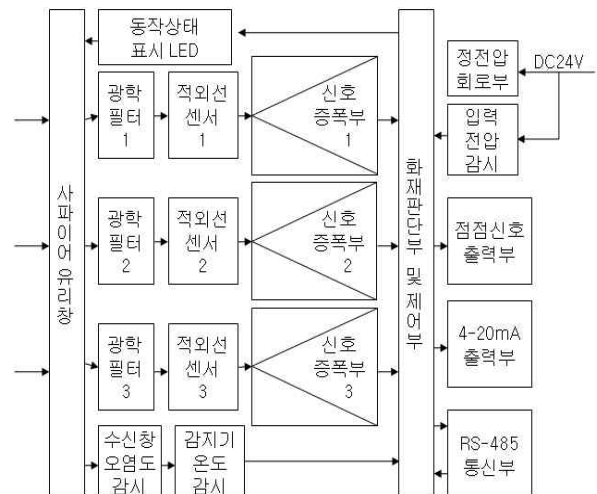


그림 1. 삼파장 적외선식 불꽃감지기 블록도  
Fig. 1. Block diagram of 3IR flame detector

### 2.3 삼파장 적외선식 불꽃감지기의 구성도

상기의 불꽃감지기는 그림 2와 같은 형태로 구성되어 있다. 이를 크게 나누면 IR 센서 회로부, 표시부, 메인 제어부, 통신부, 센서입력부, 출력부, 전원부 등으로 구성되며 그 흐름도는 그림 2와 같다.

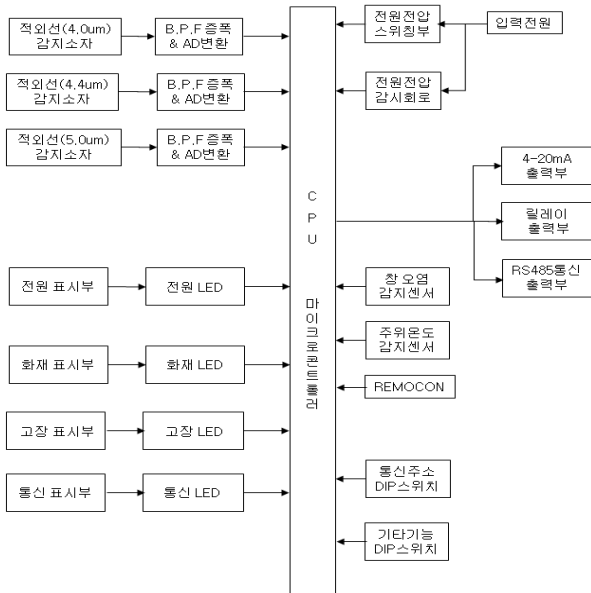


그림 2. 삼파장 적외선 불꽃감지기 구성도  
Fig. 2. Block diagram of 3 IR flame detector

### 2.4 삼파장 적외선식 불꽃감지기의 자가 진단시스템

자가진단시스템(Self diagnosis system)은 불꽃감지기의 내부에서 사파이어 유리로 구성된 감시창을 향해 935nm의 적외선 단파장을 투사시키고, 감시창을 통해 반사되는 파장의 세기에 따라 감시창의 오염여부를 확인할 수 있는 시스템이다. 사파이어 유리는 그림 3과 같이 적외선 투과율이 가장 높게 나오는 대역이 0.9um에서 1nm이므로 본 논문에서는 935nm의 적외선 단파장을 투사시키고, 여기서 투과된 파장의 세기와 데이터베이스에 저장된 기준파장의 세기를 비교하여 감시창의 오염상태를 비교 판정하는 시스템으로 그 흐름도는 그림 4와 같다.

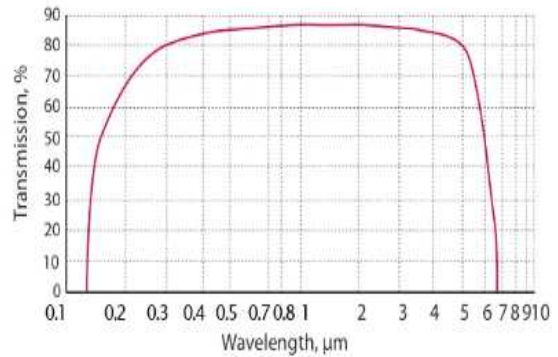


그림 3. 사파이어 투과율  
Fig. 3. Sapphire transmission

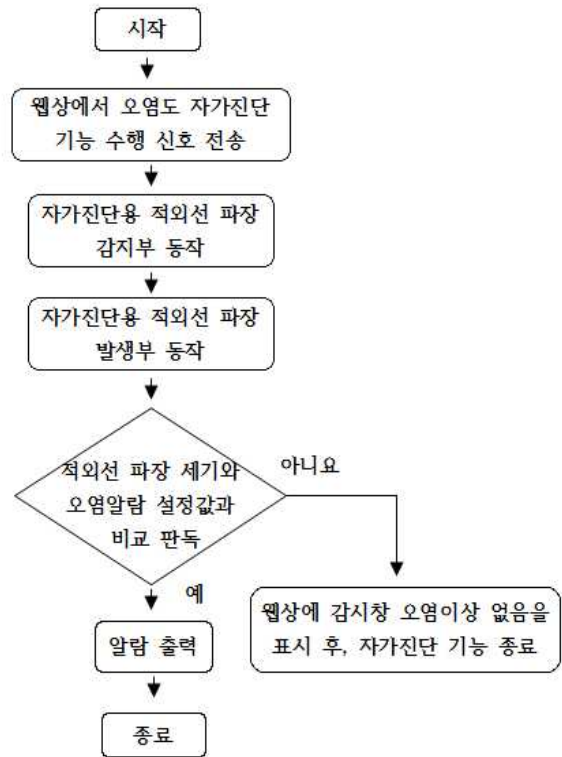


그림 4. 자가진단시스템 흐름도  
Fig. 4. Flow chart of self diagnosis system

여기서 비교 판정된 상기 감시창의 상태는 자체적으로 표시하게 되며, 또 파장발생여부의 작동정보도 파장발생부로 송출된다. 파장감지소자에서 인식된 파장의 세기 또는 비교 판정된 감시창의 정상신호 및 오염신호는 불꽃감지기의 LED에 점멸신호로 나타내거나

통신신호를 통하여 원격으로 모니터링 하여 관리자에게 경고신호를 보내는 시스템이다. 감시창 오염도의 자가진단 검출회로는 그림 5와 같다. 이 회로는 특정 파장 또는 감시창의 탁도 비교에 따라 감시창의 오염 여부와 감시창 오염 상태를 정해진 주기에 따라 검사하며 오염상태의 출력신호를 마이크로프로세서로 전송한다.

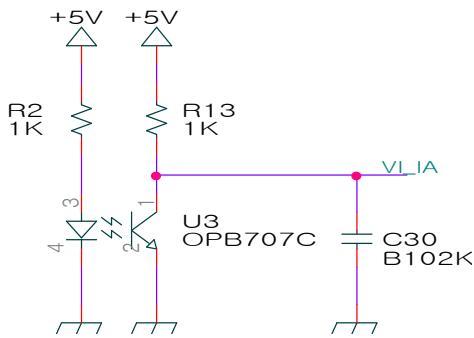


그림 5. 감시창 오염도 검출회로  
Fig. 5. Detection circuit of window contamination

### 3. 자가진단시스템의 실증시험 및 결과 고찰

자가진단시스템에는 불꽃감지기의 내·외부 감시창의 오염여부를 확인하여 이상여부가 발생하였을 때 경보를 발생시키는 것이다. 이상의 시각적 감도시험을 하기 위하여 Visual C++ Window 운용프로그램을 개발하여 다음의 시작품(그림 5)과 시험장비(표 2)로 시험하였다.



그림 6. 시험품 사진  
Fig. 6. View of test

표 2. 시험장비(자가진단 시스템)  
Table 2. Test equipment(Self diagnosis system)

기기명	모델명	제조사	기타
Adaptor	0035C2065	Li Shin International Corp	
Laptop	DMLG×12	LG	EUT
RS-485D uplex	-	Advan Tec.	
Power supply	DRP-303D	Digital Electronics CO.,LTD	

#### 3.1 시작품의 시험결과

오염도시험은 감시창의 무오염 상태와 오염상태로 나누어 실시하였는데, 오염물질을 대신할 시료로서 가로, 세로 각각 5cm인 정사각형 조각으로 두께 0.15mm인 기름종이 1매를, 두께 0.18mm인 폴리에틸렌필름 1매, 두께 0.37mm인 PVC 필름 32장을 겹친 총 두께 43.84mm인 PVC다발 등 세 가지를 택하여 시험하였으며, 그 결과는 표 3과 같다.

표 3. 시험결과(자가진단 시스템)  
Table 3. Test result(Self diagnosis system)

구분	세부항목	시험결과
오염도	무오염	no alarm
	기름종이(1매)	alarm
	PE비닐	alarm
	PVC뭉치	alarm

#### 3.2 오염도시험

오염도 시험에서는 세로축은 투과파의 세기를, 가로축은 시간(ms)을 나타낸 그림 7과 같이 오염물질이 없는 상태에서 투과파의 세기는 약 650으로 아무런 여과 없이 입사파 대부분이 감시창을 통하여 투과함을 보여주고 있다. 그러나 기름종이를 1매 붙인 상태에서

의 투과파세기(입사파세기-반사파세기)는 그림 8과 같이 350으로 오염물질이 없는 상태에서 투과파세기의 약 54%로 감소되었다. 이것은 측정과 즉, 화염의 입사파가 감시창을 제대로 통과하지 못하며 감도도 심하게 떨어져 경고상태이다.

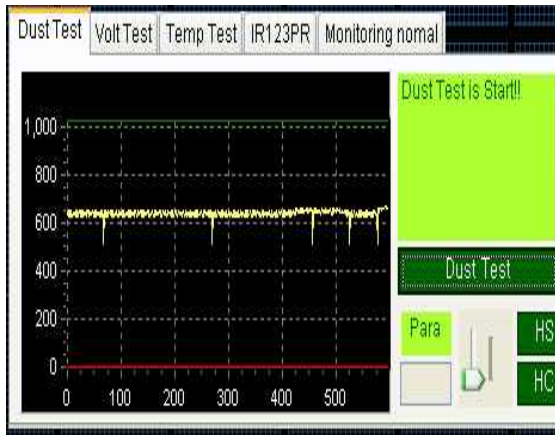


그림 7. 무오염시험  
Fig. 7. No-contamination test

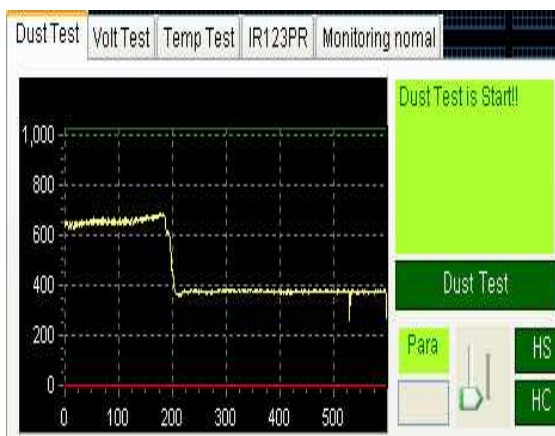


그림 8. 기름종이 시험  
Fig. 8. Oil paper test

또한 폴리에틸렌필름시험은 그림 9와 같이 투과파의 세기가 500정도로, 감도자체는 기름종이보다 적게 감소하였으나 감도가 심하게 진동하고 있음을 보여주고 있다. 그림 10의 PVC다발시험에서는 감도가 거의 최저선(투과파의 세기 약200)까지 떨어짐으로써 경고 상태이다.

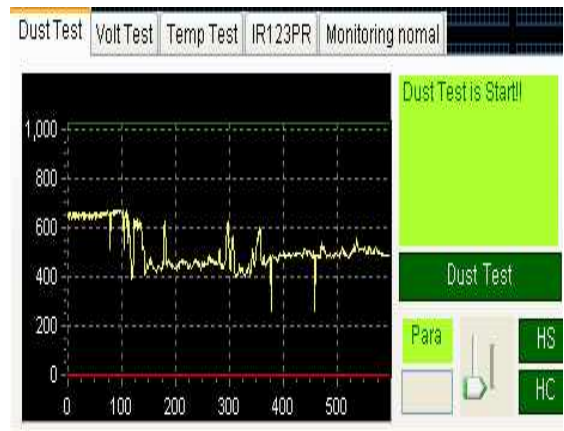


그림 9. 폴리에틸렌필름시험  
Fig. 9. PE-vinyl test

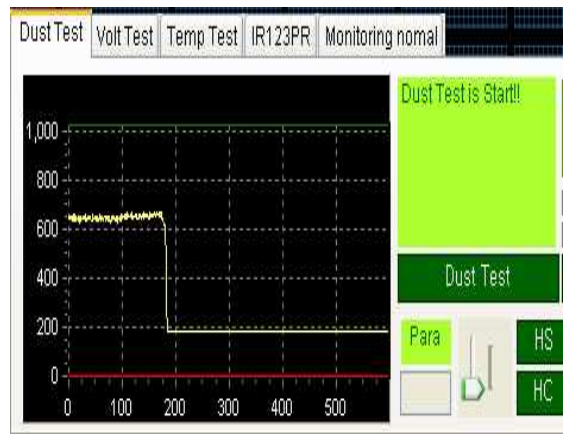


그림 10. PVC 다발시험  
Fig. 10. Polyvinyl chloride roll test

#### 4. 결 론

본 연구에서는 화재발생 시 초기에 화재의 복사에너지 감지할 수 있는 자가진단형 삼파장 적외선식 불꽃감지기의 성능을 실증적 시험을 통하여 그 효용성을 입증하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 4.0 $\mu$ m, 4.3 $\mu$ m, 5.2 $\mu$ m의 적외선 삼파장 대역을 감지함으로써 비화재보 발생을 줄일 수 있었고, 화염의 크기에 따라 0.5~10sec 내로 응답하는 적외선식 불꽃감지기의 개발로 화재를 초기에 감지할 수 있음을 확인하였다.
- (2) 입력 전압 DC 24V, 소비전류는 대기 시 및 화재

감지 시 각각 최대 50mA와 90mA로 안정적이고 안전한 적외선식 불꽃감지기이다.

- (3) 오염물질이 없는 상태에서는 투과파가 아무런 간섭 없이 감시창을 통과하였으나, 기름종이를 1매 붙인 상태에서는 투과파의 세기가 정상상태의 54% 정도만이 감시창을 통과하여 감도가 심하게 떨어지는 결과를 확인하였고,
- (4) PE 비닐시험에서는 감도자체가 기름종이보다는 덜 감소하나 감도자체의 진동이 심하였으며, PVC 봉치시험에서는 감도가 거의 최저선까지 떨어져 경보가 발생되어 자가진단 시스템의 효용성을 입증하였다.

이 논문은 2012학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임.

### References

- [1] Hyun Seon Song, Yeu Yong Lee, "A Study on Signal Circuit of the Triple Pyroelectric Infrared Flame Detector", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol.24, No.12, p201-207, 2010.
- [2] European Standard EN54-10, "Fire Detection and Fire Alarm Systems, Part10: Flame Detectors-Point Detectors", 1996.
- [3] Chang Sung Ace Co Ltd., "System and Method for Detecting Fire ", U.S. PAT.7,834,771 B2, 2010. 8.
- [4] Byung Hyun Im, "A Study on the Improvement of the Characteristic of Ultraviolet Infrared Flame Detector for Fire Detection", A thesis for a doctorate, Chosun University, 2006. 8.
- [5] E. L. DERENIAK, "Infrared Detectors and System", Willy-Interscience, pp.1-35, 1996.
- [6] Yamato Shokaki Co,Ltd., "IR Flame Detector Technical Data", 1992.
- [7] C. B. Roundy and R. L. Byer, "Sensitive LiTaO3 Pyroelectric Detector", Phys., Vol.44, 1973.

### ◆ 저자소개 ◆



#### 승현선 (宋賢善)

1953년 3월 25일생. 1979년 한양대학교 공대 전기공학과 졸업. 1988년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2013년 현재 세명대학교 전기공학과 정교수.



#### 이의용 (李毅鏞)

1954년 4월 30일생. 1979년 한양대학교 공대 전기공학과 졸업. 2007년 고려대학교 경영정보대학원, 2011년 세명대학교 대학원 전기전자공학과 졸업(박사). 1990년~현재 (주)창성에이스 대표이사.