

# UV-IR 복합형 화재감지장치 개발

이복영<sup>†</sup> · 권오승 · 정창기 · 박상태

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 방재설비부  
(2001. 12. 30. 접수 / 2001. 3. 19. 채택)

## The Development of UV-IR Combination Flame Detector

Bog-Young Lee<sup>†</sup> · Oh-Seung Kwon · Chang-Ki Jung · Sang-Tae Park

Fire Insurers Laboratories of Korea a Subsidiary of Korea Fore Protection Association  
(Received December 30, 2001 / Accepted March 19, 2001)

**Abstract** : All objects emit thermal radiation and this radiation is the basis of the techniques used to detect flames. The usual phenomena occurring in the initial stage of the fire are generally invisible products of a combustion and visible smoke. Liquid or gaseous materials do not undergo a smoldering stage so that fires develop very rapidly. Also, the heat generated by the initial flames is usually not sufficient to activate a heat detector. In this case the most effective criterion for automatic fire detection is the flame. According to the fire regulation of Korea, the compulsory standard provided that a flame detector shall be installed in a place that the attachment height of detector is higher than 20 m, chemical plants, hangar, refinery, etc.. The results of the research and development are discriminated between a flame and other radiant emitters, developed a UV detector tube contains an inert gas which absorbs UV radiation, developed PZT pyroelectric element is based on the use of photovoltaic cell, developed IR band-pass filter that only allow a 4.3  $\mu\text{m}$  radiation wavelength to reach the sensors and developed UV-IR combination flame detector combined into a single detection device.

**Key Word** : spectrum of carbonaceous fire, UV detector tube, PZT, IR bandpass filter, UV-IR combination flame detector

### 1. 서 론

연소 성장단계는 초기열분해단계→훈소단계→불꽃발생단계→열발생단계로 성장이 되고 가연물 연소시 발생하는 연소생성물을 감지하는 화재감지기는 보호대상물의 예상화재성상과 화재감지설비의 목적을 고려하여 설계·시공되어야 화재로부터 인명안전과 재산피해의 최소화를 구현할 수 있다.

이 연구는 연소성상이 급속하게 불꽃으로 전이되는 가연성액체·기체의 화재, 석유류를 저장·취급하는 장소의 화재, 열, 연기감지기로서는 조기감지가 어려운 격납고 등 고전압 건물의 화재시 응답특성이 빠르고 신뢰성이 있는 조기화재감지설비를 구축하는 방법으로 불꽃에서 방사되는 복사에너지

를 감지하는 감지장치를 설치하는 것이 필요하여 불꽃감지기 설치를 의무화하도록 하고 있으나 고가의 수입품을 사용하여 국민경제비용상승과 방재기술 예측성을 가중시켜 국가적인 방재관련 애로기술로 도출되어 수입대체효과, 방재기술의 선진화를 위한 연구과제가 수립·시행되어 본 연구를 수행하게 되었다.

### 2. 이론적 배경

#### 2.1. 불꽃의 SPECTRUM특성

탄화수소를 포함한 가연물 연소시 불꽃으로부터의 복사에너지는 가시광선, 적외선, 자외선 영역에서도 방사되고 있으며 Spectrum 분석결과 파장에 따른 상대적인 강도는 연소되는 변의 함으로 표시되는 Fire Perimeter에 지배적인 관계를 갖고 있어 연

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.  
bogylee@unitel.co.kr

소시 복사에너지의 강도는 불꽃의 크기와 비례관계를 가지고 있음이 발표되었다.

자연적 또는 인위적인 복사에너지에 의해 불꽃감지기가 비화재보를 일으킬 수 있는 요인은 태양광, 인공광, Hot Body로부터의 열방사, 용접시의 불꽃 등이 있으나 가연물 연소시 spectrum과 태양광, 텅스텐 램프와 같은 간섭요인사이 Spectrum식별 특성에 관한 실험연구결과는 분명한 식별특성을 나타내고 있어 이 연구결과는 각국의 불꽃화재감지기를 개발하기 위한 기반기술로 활용되고 있다<sup>1)</sup>.

또한, 가연물의 연소시 불꽃에서 방사되는 가시, 비가시 방사선과 간섭요인 사이 Spectrum특성은 Swiss의 Cerberus연구소가 탄소를 함유한 가연물의 Spectrum 분포와 태양광과 같은 간섭요인 사이 Spectrum분포 특성에 대한 연구결과, 가연물의 연소시 Spectrum분포는 약 4.1~4.7 $\mu\text{m}$ 의 적외선 범위에서 최대 방사강도가 나타나고 있으며 이 대역은 탄소를 함유한 물질의 연소시 Hot CO<sub>2</sub>에 의해 방사되는 방사선과 일치하였으며 이 파장대에서 태양광의 복사에너지 강도는 대기중 빛의 흡수가 일어나 감소되는 것으로 밝혀졌다<sup>2~4)</sup>.

## 2.2. 불꽃의 SPECTRUM분석 실험

불꽃의 spectrum분석에 관한 연구는 연소원으로 국내·외의 주요 화재안전전문기관에서 불꽃감지기의 응답특성을 검증하기 위해 기준 연소원으로 사용되는 N-Heptane과 유기용제의 연소시 Spectrum분석을 위한 실험연구를 수행하여 Fig. 1, 2와 같은 연구결과를 얻었으며 불꽃의 Spectrum특성에 관한 기반기술조사 연구내용 중 4.1~4.7  $\mu\text{m}$ 의 파장대에서 최대방사강도를 갖는 불꽃의 Spectrum특성에 관한 연구결과와 일치하는 연구결과를 얻었다.

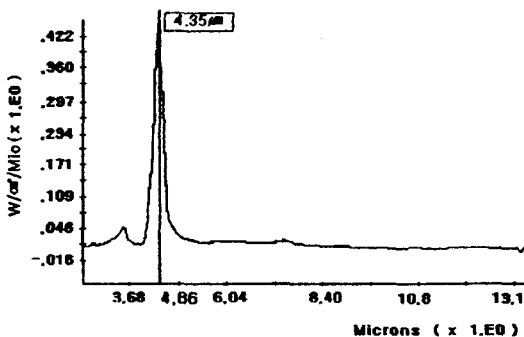


Fig. 1. Spectrums of flames of N-Heptane

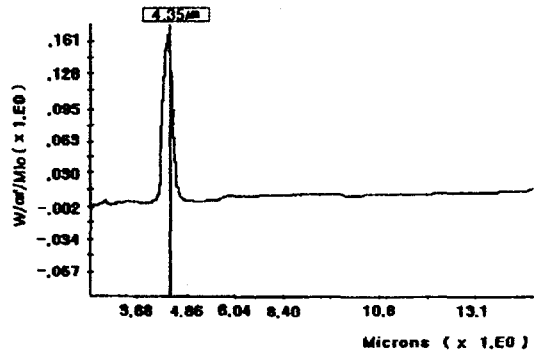


Fig. 2. Spectrums of flames of Thinner

## 2.3. 복사에너지 감지기술

복사에너지 감지장치를 개발하기 위한 연구는 불꽃의 Spectrum해석이 기반이 되어야 하며 불꽃감지기의 개발은 불꽃영상기술과 함께 기타 간섭요인과 분명한 식별특성을 나타내는 파장대인 UV, IR파장대의 빛에너지를 감지하는 Sensor개발에 연구가 집중적으로 이루어지고 있다.

이 파장대는 불꽃감지기의 실용화연구 차원에서 신뢰성 향상을 위해 비화재보 발생을 최소화할 수 있는 파장대로 분석되어 불꽃감지기, Spark Sensor, Ember Detector를 개발하기 위한 최적의 감지파장대가 되고 있다.

### 2.3.1. UV 파장대의 복사에너지 감지

상용화된 UV 불꽃화재감지기는 0.185~0.245  $\mu\text{m}$  파장대에 민감한 응답특성을 가진 Sensor를 채택하여 불꽃으로부터 방사되는 UV 복사에너지를 감지하도록 개발되었다.

UV파장대의 복사에너지 감지소자인 광전관은 빛에너지가 광전음극에 조사되어 방출되는 광전자방사를 이용한 것으로 진공관형태의 G-M(Geiger-Muller) Tube를 사용하고 있으며 G-M Tube는 UV의 투과가 좋은 석영유리나 UV 투과 Glass로 만들어지고 광전면은 Ni, Mo 등의 단금속을 사용하여 용이한 광전자방출과 내구성을 갖도록 제조되고 있다.

G-M관의 UV 방사에너지 검출원리는 복사에너지가 Kathode에 조사되면 광전효과에 의해 방출된 광전자가 봉입가스 분자와 충돌, 전리현상을 일으켜 전자를 발생하고 이 과정이 반복되어(광전자증배효과)광전관내에는 많은 2차 전자가 발생되어 양극인 Anode로 흡인되고 두전극 사이에는 전류가 흐를 수 있는 폐회로가 구성되어 감지장치의 On/Off Switching

회로를 작동시켜 자외선 파장대의 복사에너지 존재 유무로 화재신호를 발생시키고 있다.

광전관은 유리관속에 광전물질을 부착한 광전음극과 작은 양극을 넣고 그 Tube속을 진공으로 만들거나 불활성가스를 넣은 관으로서 광전면에 부착하는 광전물질은 Ag(세슘-은), Sd(세슘-안티몬), Te(세슘-텔루르), 멀티알카리 등이 사용되며 전극판과 유리내벽에 증착된다<sup>9)</sup>.

### 2.3.2. IR 파장대의 복사에너지 감지

적외선 파장대의 복사에너지를 감지하는 초전소자는 간단한 회로구성과 낮은 주파수에서 Noise에 대한 영향이 적은 특성이 있어 인체감지용 Sensor와 같은 다양한 분야에 활용되고 있으며 초전체 자체는 파장 의존성이 없으나 다양한 적외선 Filtering 효과를 가진 Window재를 사용하여 감지파장범위를 조정할 수 있는 장점을 가지고 있다.

초전체로서 PZT는 조성비율을 변화시켜 유전계수 200~400, Curie 온도가 250~450 °C까지의 초전 물질을 만들 수 있고 다결정 복합화합물을 사용하고 있기 때문에 급격한 온도변화에 기인한 기계적인 변형에 강한 특성과 온도변화에 대한 높은 안정성을 가지고 있으며 IR 불꽃화재감지기를 개발하는 적합한 특성 및 개발결과의 활용적인 측면을 고려하여 전세계적으로 PZT를 이용한 적외선 불꽃감지기가 개발·사용하고 있다.

또한 적외선 파장대의 빛에너지를 선택 수용할 수 있도록 하기 위한 Band Pass Filter로 Sapphire Window가 사용되어 초전체에 파장의존성을 부여하고 있다<sup>6,7)</sup>.

## 3. 연구결과

### 3.1. UV 불꽃화재감지기

#### 3.1.1. 광전관

본 연구에서 개발된 광전관은 0.3 μm 파장대까지의 복사에너지를 투과시키는 석영유리관내에 Ar가스를 주성분으로 조성된 불활성가스를 봉입한 Side-On형 광전관으로 전원회로는 소미전류를 작게 하기 위하여 소형변압기를 사용하여 광전관에 DC Pulse 전압을 인가하였다.

UV 파장대의 복사에너지만을 투과시키기 위한 Window재는 투명성, 기계적강도, 투과율 등을 고려하여 자외선 투과율이 80 % 이상인 두께 0.3 mm,

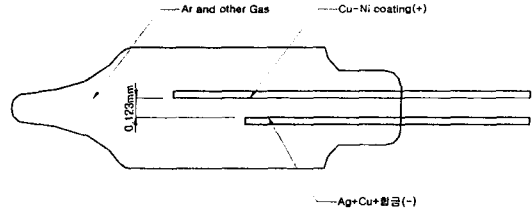


Fig. 3. Diagram of UV detector tube

외경 9 mm인 석영Tube를 길이 30 mm로 Cutting하여 음극, 양극 Lead를 삽입하고 Tube내에는 안정성, 응답특성향상을 위한 불활성가스를 주입·봉합하여 Fig. 3과 같이 개발하였다.

#### 3.1.2. 음극, 양극 Lead

광전자방출과 관계된 Tube내 봉입Gas, 음극과 양극의 재질, 극 사이 간격 등은 화재시 UV파장대의 복사에너지에 대한 응답특성, 내구성 등을 고려하여 자외선 조사시 음극표면에서 광전자를 용이하게 발생 할 수 있도록 음극은 은(68 %), 동(21 %), 기타(11 %)로 구성된 합금을 5×12×0.25 mm의 편형으로 개발하였으며 양극은 Cu-Ni도금의 Lead를 단면적 증가에 의한 응답특성향상을 위하여 Paper Clip 형상으로 시작하여 음극과 양극을 0.123 mm 간격을 갖도록 설계·개발하였다.

#### 3.1.3. 봉입Gas

광전관내에는 광전자증배효과 및 응답특성향상을 위해 Ar, Ne 등 불활성가스를 봉입하였으며 이 봉입가스의 조성 및 비율은 광전관의 신뢰성과 응답특성향상을 위한 핵심기술로서 광전관의 응답특성과 관련된 최적화된 On/Off Switching 감지회로 개발연구를 통하여 양산성과 재현성을 갖춘 광전관을 개발하였다.

#### 3.1.4. 안정화회로 설계

광전자 증배효과에 의한 미소전류를 감지하여 On/Off Switching 회로의 동작에 의해 화재신호를 Control Panel로 전송하는 신호발생회로는 감지기 Unit에 On-Board화 하였다<sup>8,9)</sup>.

신호발생회로는 다수의 전자부품을 회로안정성, 제조과정의 단순·정확성을 위하여 Fig. 4와 같이 Hybrid IC화하였다.

#### 3.1.5. 시작품 제작

Fig. 5와 같이 광전관, 안정화회로 등을 설계·시

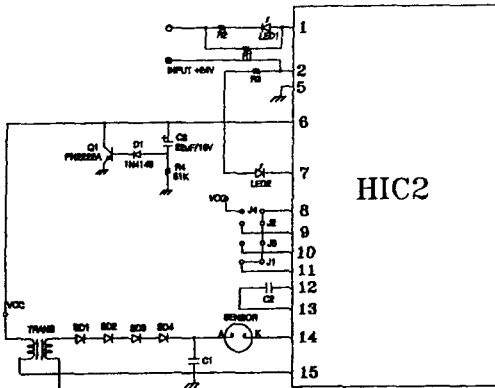


Fig. 4. Circuit Diagram of UV HIC

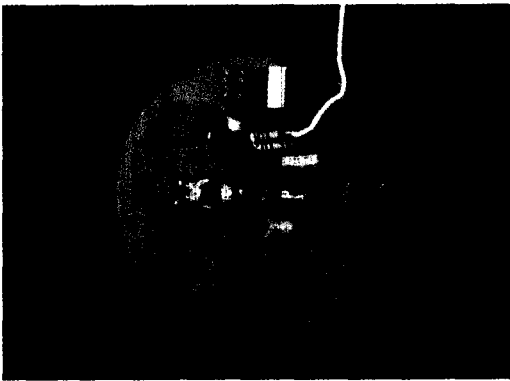


Fig. 5. Diagram of UV Flame detector Sample's PCB

작하여 시작품에 대한 전기적 특성, 응답특성, 내환경성, 내구성 등을 검증하여 응답특성이 안정적이고 신뢰성이 확보된 UV 화재감지기를 개발하였으며, 기존 건축물에 설치된 열, 연기 Spot형 감지기의 Detector Head를 제거한 후 천정면에 부착된 Base에 배선의 재조정 없이 쉽게 부착·설치하도록 개발하였다.

3.1.6. 시작품의 성능검증

화재감지기의 성능검증방법은 각국에서 정하는 화재감지의 필요성, 감지장치 설치목적, 화재예방의 개념에 따라 각기 다른 방법을 적용하고 있으며<sup>10~14)</sup>, 본 연구에서는 실용화로 인명 및 재산상의 피해를 최소화하는 것을 목적으로 하는 경보설비의 설치목적에 부합하도록 성능검증방법을 현행 관련법령에서 규정하는 30 cm×30 cm의 Fire Plate에서 N-Heptane을 연소시 시야각, 시야거리에 대한 응답특성에 의해 감지영역을 선정하는 기준을 적용하였다.

Table 1에 나타난 시작품의 성능검증결과를 감시

Table 1. Test results of UV flame detector

Viewing angle(°)	Contents	Maximum detectable distance(m)	Nominal detectable distance(m)
0		75	62.5
5		70	58.3
10		70	58.3
15		70	58.3
20		70	58.3
25		65	54.1
30		65	58.3
35		65	58.3
40		60	50.0
45		60	50.0
50		60	50.0
55		55	45.8
60		50	41.6
65		50	41.6
70		45	37.5

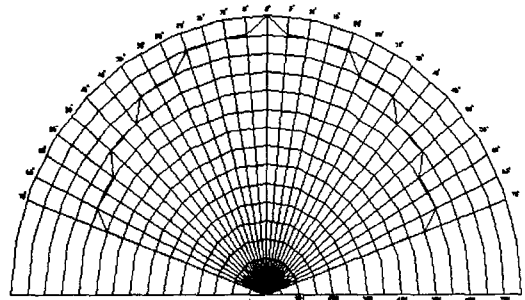


Fig. 6. Diagram of Viewing Angle and Viewing Distance (Full Scale Test)

영역을 표시하는 Fig. 6과 같이 작도하였으며 시야각은 감지가 가능한 감시영역을 모두 포함하는 부분의 각도를 시야각이라 정하여 140도로 정하였다.

또한 감지기의 감시거리는 감시영역 중 각 시야각에 있어서 감지기가 30초 이내에 작동할 수 있는 거리로 이 거리를 최대감시거리라 하고 공칭감시거리는 안전율을 감안, 최대감시거리를 1.2로 나누어 60m의 능력을 갖는 UV 불꽃화재감지기로 검증되었다.

3.2. IR 불꽃화재감지기

3.2.1. 적외선 투과 FILTER

적외선 투과용 Window재(4~7 μm), 초전체와 하나의 감지기 Unit으로 구성된 Band Pass Filter(4.35

μm)를 이중으로 사용하여 Filtering 효과를 향상시켰으며 초전체 Unit에는 FET를 내장한 적외선 감지센서를 개발하였다.

적외선 파장대의 특정한 복사너지를 Filtering하는 Band Pass Filter는 석영, Silicon, Sapphire의 투과파장과 투과율을 FTIR장비를 이용·분석하여 1~5 μm의 투과특성을 나타내고 투과율이 80 %인 Sapphire가 가공정도, 경제성을 검토한 결과 다른 조사대상의 Window재에 비하여 우수한 특성을 보여 IR 불꽃 화재감지기 1차 IR Band Pass Filter로 Sapphire를 선정하였다.

1차 Filter를 통과한 1~5μm의 적외선 복사에너지는 Spectrum특성 연구결과 얻어진 4.35 μm 파장에서의 Co<sub>2</sub> Spike현상에 의한 최대강도를 감지하기 위한 Band Pass Filter를 제조하기 위하여 Silicon소재의 양면에 SiO<sub>2</sub>와 반사특성을 갖는 물질(Ge)을 Coating하여 2차 Filter(두께 0.25 mm)를 시작하였다.

3.2.2. PZT 초전형 감지소자

PbO(47.3 %), ZrO<sub>2</sub>(41.5 %), TiO<sub>2</sub>(11.2 %)의 기체에 첨가제로 MnO<sub>2</sub>를 사용하여 적외선 파장대의 복사에너지가 조사된 경우 온도변화로 생긴 자발분극을 이용한 IR Sensor를 개발하여 다음과 같은 제조 공정으로 시작품을 제조하였다.

순도 99.9 % 이상의 시약급 Seramics재료를 조성비(wt %)에 따라 정도가 10-2 g/in 전자저울로 평량한 후, 균일한 혼합을 위해 Jar 속에 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Ball Mill을 이용하여 혼합을 하였으며 혼합이 완료된 Slurry의 건조효율을 개선 및 충분리가 일어나지 않도록 탈수를 행하고, 탈수된 Cake상태의 시료를 200 °C로 조정된 건조로에서 24시간 동안 건조시킨 후, 800 °C의 도가니에서 하소를 하였다.

하소된 시료는 분쇄용 Jar에 넣고 증류수 와 분산제를 혼합·분쇄하여 Slurry에 Binder를 첨가하여 순간 부유 건조함으로써 성형에 적합한 Granule상태로 성형시켰으며 Granule상태의 시료는 Binder와 윤활제를 투입한 후 회전을 가하여 균일한 혼합상태로 만들고 Spray Dryer 및 Stirrer를 거친 Granule상태의 시료를 성형을 위한 형틀에 넣고 특정한 형상을 갖도록 가압성형을 하였다.

시료는 함유된 Binder를 Burn-Out 시키기 위해 800 °C의 전기로에서 24시간 동안 유지시켰으며, 소결은 SiC 전기로에서 1,250 °C의 온도로 12시간 유지시켜 PbO 휘발을 억제시키기 위해 PbZrO<sub>3</sub>분위기

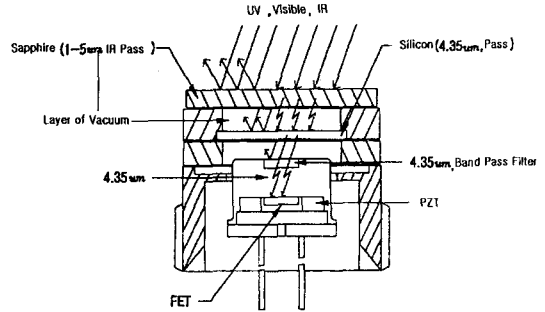


Fig. 7. Schematic Diagram of IR Sensor

에서 소결하였다.

소결과정이 완료된 시료는 연마재를 사용하여 두께가 1.0 mm가 되도록 연마 한 후 초음파세척기를 사용하여 세척한 후 전극 Print를 위하여 Silk Screen 법으로 은전극을 시편양면에 도포하여 120 °C에서 3시간 유지시켜 전극을 Print한다. 분극처리를 위하여 120 °C의 Silicon Oil내에 넣고 30 kV/cm의 DC 고전압계의 직류전계를 5분간 가하여 분극화시킨다. 이러한 과정을 거친 시료를 원하는 설계조건에 적합하도록 Cutting 및 1.0 mm 두께로 연마, 세척 및 급속가공을 하여 FET와 일체화된 IR Sensor Unit을 Fig. 7과 같이 시작하였다<sup>15-20</sup>.

3.2.3. 안정회로로 설계

초전체의 분극작용에 의한 미소전압을 FET에 의해 On/Off Switching회로 동작에 의해 화재신호를 Control Panel로 전송하는 신호발생회로를 설계·시작하여 감지기 Unit내에 On-Board화 시켰다. 또한, 회로의 안정성과 제조과정의 단순·정확성을 기하기 위하여 감지기회로 구성에 필요한 전자부품을 Fig. 8과 같이 Hybrid IC화하였다.

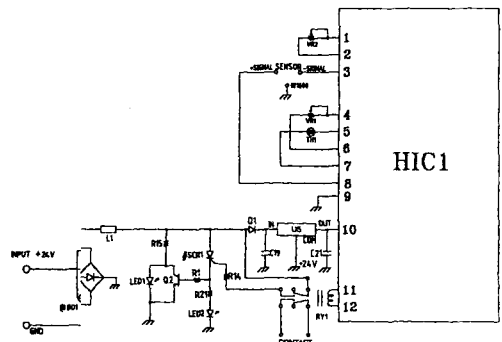


Fig. 8. Circuit Diagram of IR HIC

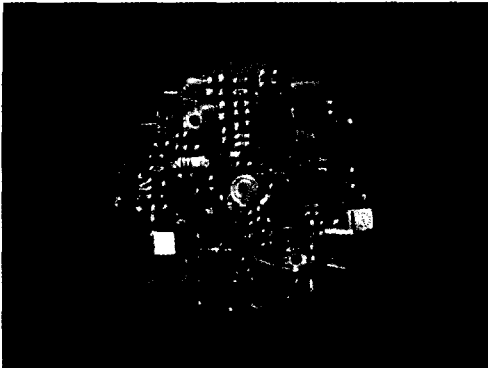


Fig. 9. Diagram of IR Flame detector Sample's PCB

### 3.2.4. 시작품 제작

시작품은 현행 소방검정기술기준에서 정하는 구조 및 외관에 관한 규정에 적합하도록 설계·제작하여 기존에 설치된 SPOT형 감지기의 detector Head를 제거한 후 천장면에 부착된 Base에 배선의 재조정 없이 쉽게 부착·설치하도록 Fig. 9와 같이 설계·시작하였다.

### 3.2.5. 시작품에 대한성능검증

시작품의 성능검증은 30 cm × 30 cm의 Fie Plate에서 N-Heptane을 연소시 시 야각, 시야거리에 대한 응답특성에 의해 감지영역을 선정하는 기준을 적용하였다.

Table 2. Test results of IR flame detector

Viewing angle(°)	Contents	Maximum detectable distance(m)	Nominal detectable distance(m)
0		40	33.3
5		33	27.5
10		30	25.0
15		27	22.5
20		21	17.5
25		19	15.8
30		18	15.0
35		17	14.1
40		16	13.3
45		14	11.6
50		12	10.0
55		9	7.5
60		7	5.8
65		5	4.1
70		5	4.1

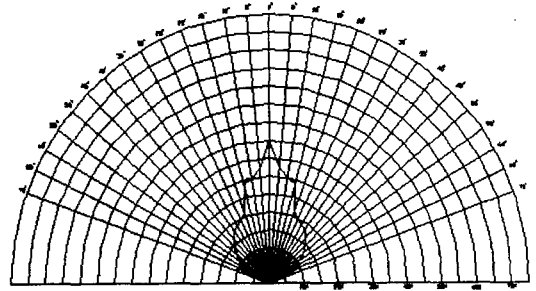


Fig. 10. Diagram of Viewing Angle and Distance (Full Scale Test)

Table 2에 나타난 시작품의 성능검증결과를 감시영역을 표시하는 Fig. 10과 같이 작도하였으며 시야각은 감지 가능한 감시영역을 모두 포함하는 부분의 각도를 시야각이라 정하여 140도로 정하였다.

또한 감지기의 감시거리는 감시영역 중 각 시야각에 있어서 감지기가 30초 이내에 작동 할 수 있는 거리로 이 거리를 최대감시거리라 하고 공칭감시거리는 안전율을 감안, 최대감시거리를 1.2로 나누어 30 m의 능력을 갖는 IR 불꽃화재감지기로 검증되었다.

## 3.3. UV-IR 복합형 불꽃화재감지기

### 3.3.1. 초전형 감지소자 및 광전관의 배치설계

독립적으로 연구개발된 UV, IR 불꽃화재감지기를 비화재보에 대한 신뢰성향상을 위한 방법으로 두 가지의 작동원리를 가진 감지소자에 응답하는 On/Off Switching 회로를 AND 회로화하여 자외선과 장대의 복사에너지와 적외선 파장대의 복사에너지가 모두 존재하는 경우에만 화재라고 인식하여 화재신호를 발생시키는 UV-IR 복합형 불꽃화재감지기를 시작하였다<sup>2)</sup>.

### 3.3.2. 안정회로 설계 및 시작

UV 불꽃화재감지기와 IR 불꽃화재감지기를 하나의 감지기 unit내에 일체화시키기 위해 Double-Side PCB를 설계하여 UV와 IR 복사에너지가 정해진 시간내에 존재하는 경우에만 신호를 발생시키는 UV-IR 복합형 불꽃화재감지기를 Fig. 11과 같이 감지소자 및 HIC 등을 활용하여 on/off Switching회로를 설계하였다.

### 3.3.3 시작품 제작

시작품은 현행 소방검정기술기준에서 정하는 구조 및 외관에 관한 규정에 적합하도록 금형설계·제작을 하여 기존 설치된 SPOT형 감지기 detector

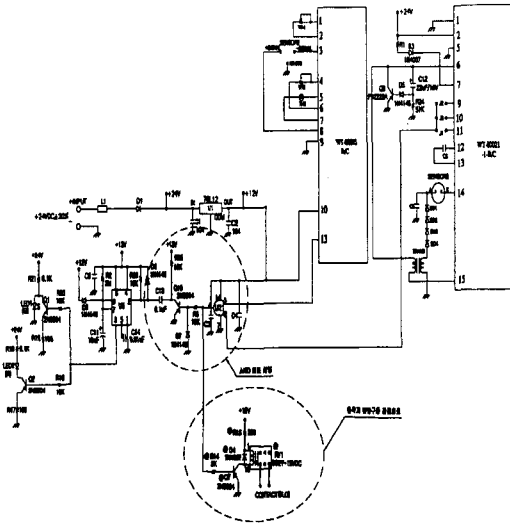


Fig. 11. Circuit Diagram of UV/IR HIC

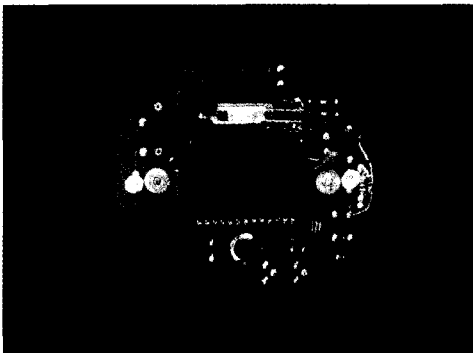


Fig. 12. Diagram of UV/IR Flame detector Sample's PCB

Head를 제거한 후 천장면에 부착된 Base에 배선의 재조정없이 쉽게 부착·설치하도록 Fig. 12와 같이 설계·시작하였다.

3.3.4. 시작품에 대한 성능검증

UV-IR 복합형 불꽃감지기의 시작품에 대한 성능 검증은 30 cm×30 cm의 Fie Plate에서 N-Heptane을 연소시 시야각, 시야거리에 대한 응답특성에 의해 감지영역을 선정하는 기준을 적용하였다.

Table 3에 나타난 시작품의 성능검증결과를 감시 영역을 표시하는 Fig. 13와 같이 작도하였으며 시야각과 시야거리는 UV와 IR 파장대의 복사에너지를 감지해낼 수 있는 영역을 선정하였다.

시야거리는 감시영역 중 감지기가 시야각에 따라 30초 이내에 작동할 수 있는 거리를 최대감시거리

Table 3. Test results of UV-IR flame detector

Viewing angle(°)	Maximum detectable distance(m)	Nominal detectable distance(m)
0	37	30.8
5	34	28.3
10	33	27.5
15	29	24.1
20	24	20.0
25	23	19.1
30	14	11.6
35	14	11.6
40	11	9.1
45	10	8.3
50	9	7.5
55	9	7.5
60	7	5.8

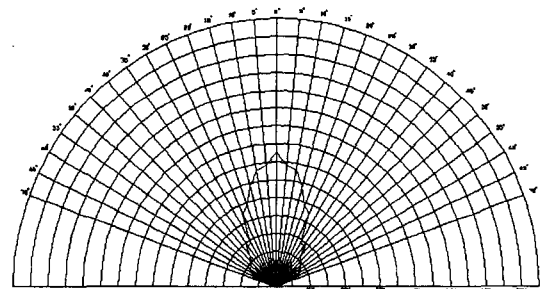


Fig. 13. Schematic Diagram of Viewing Angle and viewing Distance (Full Scale Test)

로 하고 공칭감시거리는 안전율을 감안 최대감시거리를 1.2로 나누어 30 m로 하였다.

시야각은 감시영역 중 감지기가 30초 이내에 작동할 수 있는 거리에서 시야각에 따른 응답특성시험을 실시하여 Fig. 13에서 나타난 바와 같이 120도로 시야각을 정하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 복사에너지 감지기술을 적용한 UV, IR 및 UV-IR 불꽃화재감지기를 개발하기 위한 연구를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 화재감지기로서의 신뢰성을 갖는 UV 복사에너지 감지소자인 광전관과 IR 복사에너지 감지소자인 초전소자를 개발하였다.

(2) 불꽃화재감지기용 HIC를 자체 개발, 안정적인 응답특성의 유지와 생산공정의 경제성을 확보하였다.

(3) 불꽃화재를 조기에 감지할 수 있는 UV 불꽃화재감지기와 IR 불꽃화재감지기를 개발화재성상이 급속하게 불꽃으로 전이되는 화재를 감지하기 위한 감지기를 개발하여 소방기술향상의 계기를 가져왔다.

(4) UV, IR 불꽃화재감지기의 신호구동회로를 하나의 감지기 Unit에 On-Board화한 복합형 감지회로를 설계·시작하여 UV-IR 복합형 불꽃화재감지기를 개발하여 자동화재탐지설비의 신뢰성을 향상시켰다.

(5) 불꽃으로부터의 복사에너지에 관한 실험연구 결과는 도난방지분야의 침입자 감지 Sensor 및 공정 안전설비의 인체감지용 Sensor에 활용이 가능하다.

**감사의 글 :** 이 논문은 1998년 과학기술부에서 시행하는 특정연구개발사업 중 인위재해방재기술개발사업으로 연구비를 지원받아 수행되었습니다. 과제수행에 많은 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

### 참고문헌

- 1) Jeff, penny, Fire surveyor April, 25, 1986.
- 2) Walter M, Haessler, Fire, 80~83, 1989.
- 3) 김명배, "Pool fire의 기본적 특성에 관하여", 한국화재·소방학회, Vol. 11, No. 1, pp. 55 ~64, 1997.
- 4) Dougal Drysdale, An Introduction to Fire Dynamics, pp. 129~131, 1994.
- 5) 泉弘志, 광전자공학, 세화, 1996.
- 6) 이승래, 광소자응용기술, 연학사, 1993.
- 7) Nobuyuki Ichikawa, "염감지기의 종류와 원리", 火災, Vol. 45, No. 1, 1995.
- 8) 이홍무, 프린트 기관제작, 도서산업사, 1997.
- 9) 福山降晁, 안정화전원회로집, 기전연구사, 1992.
- 10) NFPA 72 E, Standard on Automatic Fire Detectors, 1997.
- 11) FMR 3260, Approval Standard for Flame Radiation Detectors for Automatic Fire Alarm Signaling, 1977.
- 12) EN54, Part 10, Fire Detection And Fire Alarm Systems, Part10: Flame Detectors-Point Detectors, 1996.
- 13) 행자부 고시 제1998-62호, 감지기의 형식승인 및 검정기술기준, 1998.
- 14) 일본, 자치성령 제18호, 화재보지설비의 감지기 및 발신기에 관한 기술상의 규격을 정하는 성령, 1991.
- 15) A. G. Chynaweth, "Dynamic Method for Measuring the Pyroelectric Effect with Special Reference to Barium Titanate", J. Appl. Phys., Vol. 27, No. 1, 1956.
- 16) C. B. Roundy and R. L. Byer, "Sensitive  $LiTaO_3$  Pyroelectric Detector", J. Appl. Phys. Vol. 44, 1973.
- 17) 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., 1973.
- 18) M. Shimhony and A. Shavlor, "Measurement of the Pyroelectric Coefficient and permittivity from the Pyroelectric Response to Step Radiation Signals in pyroelectrics.
- 19) M. Shimhony and A. shoulv, "Pyroelectric Voltage Response to step Signals of IR in Triglycine Sulphate and Strontium-Barium Niobate", J.Appl. Phys. Vol. 42, 1971.
- 20) 원동환 외, 재료공학, 집문당, 1997.
- 21) 백동현 외, "화재감지센서용 PZN-PSS-PZTRp 초전재료의 전기적 특성에 미치는  $MnO_2$  첨가제의 영향", 한국소방학회지, Vol. 9, No. 2, pp. 29~36, 1995.
- 22) The Problem of Unwanted Alarms, Plant Engineering, pp. 39~42, 1984.