

자외선/적외선 불꽃감지기 소개 및 오동작 방지를 위한 연구

임병현^{*}, 고낙용^{**}, 황종선^{***}, 김영민^{****}, 김종만^{****}

^{*} 조선대 대학원 제어계측공학과, ^{**}조선대 제어계측공학과 ^{***}담양대학, ^{****}남도대학

Introduction of Ultraviolet/Infrared Flame Detector and Method for False Detection Prevention

Byung-Hyun LIM^{*}, Nak-Yong KO^{**}, Jong-Sun Hwang^{***}, Yeong-Min Kim^{****}, Jong-Man Kim^{****}

^{**}Dept. of Control & Instrumentation Eng. Chosun Univ.

^{***}Provincial College of Damyang. ^{****}Provincial College of Namdo

Abstract

We propose that when combustible burn with contain carbon, introduce fire detector with sensor of private-use detectable light energy as infrared and ultraviolet in energy of electromagnetic-wave type radiate from flame, method for correct discrimination to resemble fire produce false alarm of detector such as sun light, hot object radiation, arc welding. This research using infrared sensor is pyroelectric infrared sensor based black body radiation theory. Ultraviolet sensor is uv Tron using gas multiplication effect to current discharge and photoelectric effect of metal. To have high sensibility and to gain proper output voltage, it has high responsive performance. This research introduced UV/IR compound type flame detector and proposed method of false alarm reduced to resemble fire. the result propros the prevention and extinction of fire technique degree, certificated operation of detector.

Key Words : Flame, Detector, Ultraviolet, Infrared, False Alarm,

1. 서 론

화재 시 발생하는 연소 생성물(열, 연기, 불꽃, 연소가스, 연소음 등)을 감지하는 화재감지기는 화재의 조기감지로 화재 초기에 인명피난을 유도하여 인명 안전을 보장하는 1차 적인 설치 목적과 재산 피해를 최소화하기 위해 초기소화활동을 가능토록 하는 2차 적인 설치 목적에 의해 화재발생 가능성이 있는 시설물에 설치되는 신호 발생 장치이다. 이러한 목적에서 설치되는 화재감지기의 작동원리는 화재 시 발생하는 열, 연기를 감지하는 것이 대부분으로 연소성상이 급속하게 화염(火焰)으로 전이(轉移)되는 가연성 액체, 기체의 화재, 석유류를 취급하는 장소의 화재, 도로나 터널에서의 차량 화재, 등의 화재를 감지하기 위해서는 열·연기감지기보다는 조기 화재 감지 시스템을 구축하는 방법으로 연소성상에 따른 감지효과를 제고시키고자 불꽃에서 방사되는 복사에너지를 감지하는

UV(Ultraviolet)/IR(Infra-red) 화재 감지장치를 개발·사용하는 것이 필요하다.[1]

또한, UV/IR 화재 감지 장치의 작동에 간섭을 일으키는 요인 즉, 비화재보(False Alarm)를 야기시킬 수 있는 요인은 태양광, 인공광원, Hot Body로부터의 열방사, 용접시의 불꽃 등이 있으며 탄소를 함유한 가연물 연소시 불꽃의 스펙트럼과 간섭요인의 스펙트럼 분포는 분광 특성이 서로 다른 점을 이용하여 불꽃감지기술에 활용하고 있다. 이러한 분광 특성이 다르다하더라도 대부분의 광원의 파장 대에는 미약하나마 적외선과 자외선을 포함하고 있으며, 외부 환경의 영향으로 비화재보를 때때로 야기시키는 경우가 발생한다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 UV/IR 불꽃감지기에서 사용되는 센서 및 감지기 종류를 소개하고, 비화재보를 야기시키는 요인들과 순수 불꽃(Flame)의 구별을 위하여 첫째로 가연물 연소시

불꽃에서 나타나는 고유 플리커(Flicker) 주파수를 분석하고, 둘째로, 불꽃의 스펙트럼 분석에 의한 광학 필터(Optical Filter), 마지막으로 전기적인 저주파수 통과 필터(LPF)와 마이크로프로세서를 이용한 불꽃 데이터 비교 기법을 사용하여 불꽃감지기의 오동작을 최소화 할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

2. UV/ IR 불꽃감지기 및 오동작 방지

2.1 감지 소자 및 화재 시 불꽃 특성

일반적으로 적외선 감지 소자는 크게 아래 표 1. 과 같이 열형 소자와 양자형 소자로 구분이 된다. 열형 소자는 적외선 흡수에 의해 센서의 온도 변화를 이용하고, 양자형 센서는 적외선 방사를 광량자로 포착하여 광도전 효과나 광기전력 효과를 이용한 것이다. 또한 자외선 감지 소자는 크게 광전관(UV Tron)과 광전자 증배관으로 나뉘어진다.

표 4. 감지 소자의 종류

Table 1. Sort of Detect Element

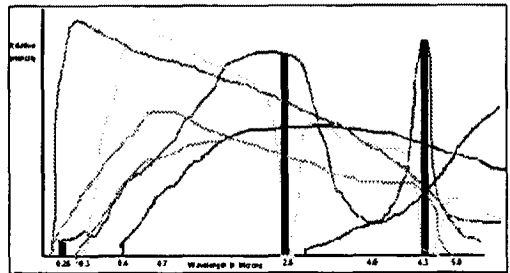
적외선 감지소자	종류
열형 감지소자	초전형(Pyroelectric) 센서
	열전쌍(Thermopile) 센서
양자형 감지소자	광도전 CELL 센서
	반도체 형 센서
자외선감지소자	광전관(UV Tron)
	광전자 증배관

현재 가장 많이 사용되는 적외선 센서는 초전형 적외선 센서로 흑체 방사 이론을 기초로 한 방사에너지 흡수에 의해 발생하는 온도변화를 검출하는 소자로서 1930년 Ta에 의해 처음 발견되었다. 그림1에서와 같이 화재시 스펙트럼분포는 약 4.1 ~ 4.7 [µm]의 파장사이 적외선 범위에서 절대적인 최대 방사 강도를 나타낸다 이 대역은 탄소(Carbon)을 포함한 물질의 연소시 뜨거운 CO₂에 의해 방사되는 방사선과 일치하였다. 또한 5[µm] 이상의 파장 대에서 불꽃만의 분명한 방사특성으로 감지원으로 이용할 수 있는 가연성 물질은 없다. 이 대역에서는 단지 Hot Body 만이 문제가 되

어 이들이 간섭요인으로 분류된다.

자외선 센서는 방전에 의한 전류의 가스 증배 효과와 금속의 광전효과를 이용한 UV Tron이 사용되며, UV 파장대에서는 상부 성층권에 의해 흡수된 에너지로서 지구에 도달되는 태양방사에너지가 나타나고, 상용화된 UV 감지기는 0.185 ~ 0.245 [µm] 파장대에 민감한 센서를 사용, 모든 불이 실질적으로 이 파장대에서 방사되는 파장을 감지하도록 설계되었다. U/V 감지기는 태양으로부터의 방사에너지에 응답하여 비 화재보를 일으키지 아니하도록 태양광 차폐기술이 부가되었다.[2]

태양, 아크용접, 광원과 화재시 불꽃의 스펙트럼 분포를 비교하기 위하여 아래 그림1에 나타내었다. 그림에서와 같이 화재시 스펙트럼은 4.3[µm]와 0.245 [µm]에서 최대 방사를 나타내므로 이러한 파장대의 검출 소자를 선정하여 감지 장치에 이용하고 있다.



: SUN - : Carbon Fire
: Arc : Light Source

그림 1. 불꽃 스펙트럼 분포

Fig. 1. Flame Spectrum Distribution

2.2 불꽃 검출을 위한 감지장치

불꽃감지기에 응용할 수 있는 검출소자로는 방사에너지를 전기에너지로 변환시키는 소자가 사용되고 있다. 적외선식 불꽃감지기는 불꽃에서 방사되는 적외선의 변화가 일정량 이상이 되었을때 작동하는 것으로서, 불꽃에 포함되는 적외선 영역내의 파장성분, 방사량을 감지하는 방법에는 크게 탄산가스 특유의 분광특성을 이용한 CO₂ 공명 방사 방식(Resonance Radiation Method), 공명선의 파장과 다른 파장의 에너지 차이를 검출하는 2파장 검출방식, 조명광의 영향을 방지하기위한 정방사

검출방식, 고유 플리커의 2~20[Hz]의 주파수를 검출하는 플리커 검출방식 등이 있다. 자연현상이나 산업시설에서 태양, Hot Body와 같은 IR 방사원은 많아서 식별이 어려워 원치 않는 파장대를 필터링하기 위한 필터와 렌즈 등이 구비되어야 한다. 일반적인 적외선 감지장치의 형태를 아래 그림2에 나타내었다.

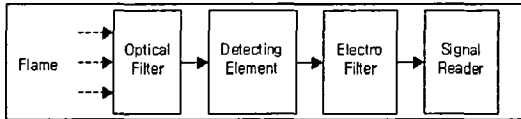


그림 2. 적외선 감지기의 블럭도
Fig. 2. Diagram of Infra-red Detector

자외선 불꽃감지에 사용되는 광전관(UV Tron)은 0.25[μm] 이하의 파장을 갖는 에너지 방사에 반응하는 감지 소자로 이 파장대에서는 Gamma, X선, 용접불꽃, 조명기구 등이 비화재보를 일으킬 수 있다. 광전관은 빛이 광전음극에 조사되면 광전음극에서는 2차 전자가 방출된다. 이 2차 전자는 다음 음극에서 증배되어 최후로 양극에 도달한다. 이와 같이 빛을 받으면 고체내의 여기전자(勵起電子)가 진공 중에 방출되는 광전자 방사를 이용한다. [3][4][5]

2.3 플리커 주파수 및 불꽃 데이터 비교

검출계의 광학 필터에 의해서 4.3 [μm] 부근의 적외선만 유도시키고 검출 소자는 초전형 적외선 센서를 사용하여 불꽃의 흔들림의 변화를 검출한 후 증폭기를 통해 미약한 전기신호를 증폭한다. 이 증폭 신호 중 불꽃의 기본주파수인 2 ~ 20[Hz]만 선택하기 위해 파형정형기, 파형증폭기, 적분기, 레벨 판정기로 구성되며 회로에 의한 필터에서 선택되는 신호의 평균량을 감시하여 레벨 이상으로 되면 타이머회로를 동작시켜 외부 회로로 출력을 내보낸다. 플리커 주파수를 판단하기 위해서 입력되는 신호를 카운터회로와 타이머회로를 이용하여 주파수를 판독한다. 판독된 주파수는 마이크로프로세서 내부에 실험에 의해 저장된 수광량에 대한 주파수 및 시간을 비교하여 불꽃 이외의 외란광 잡음에 의한 비화재보를 방지하고 있다.

2.4 광학 필터를 이용한 필터링

IR 불꽃 감지 센서에 연소 특성과 상관한 특정한 파장대의 빛 에너지를 투과시키는 대역통과필터(Band Pass Filter)를 선정하기 위하여 석영, Silicon, Sapphire에 대한 투과 파장과 투과율을 분석한 결과, Windows재는 1 ~ 5 [μm]의 투과 특성을 보이는 Sapphire를 선정하여 1차 적외선 IR Band Pass Filter로 선정하였다.

Sapphire Windows재를 통과한 1 ~ 5 [μm]의 파장특성을 보이는 적외선을 탄소를 함유한 가연물의 연소시 Spectrum 특성 연구 결과 얻어진 4.35 [μm] 파장에서의 CO₂ Spike 현상에 의한 최대강도를 감지하기 위한 대역 통과 필터를 제조하기 위하여 Silicon 소재의 양면에 SiO₂와 반사특성을 갖는 물질을 코팅하여 필터를 제작하였다.

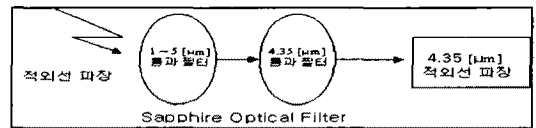


그림 3. 적외선 광학 필터의 블럭도
Fig. 3. Diagram of IR Optical Filter

3. 실험결과 및 고찰

본 논문에 실험을 위한 불꽃감지기는 UV센서와 IR 센서를 사용하여 제작된 감지기에 각각의 필터를 적용시켜서 실험하였다.

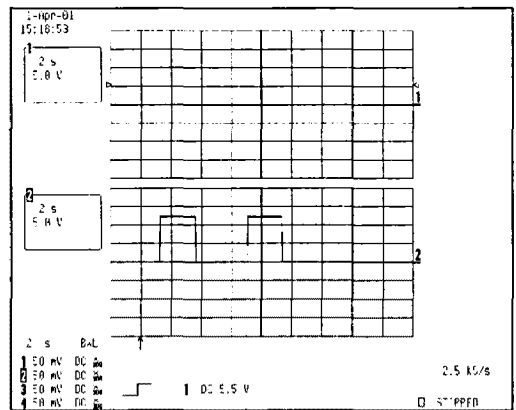


그림 4 온도 보상실드의 유(a), 무(b)
Fig 4. shield(a) and not shield(b)

첫 번째 실험은 불꽃을 가하지 않는 상태에서 온도보상용 쉴드 재료를 사용한 것과 사용하지 않는 것에 대한 출력 파형을 그림 4에 나타내었다. 상단 파형은 아무런 반응을 보이지 않았고, 하단에 쉴드를 하지 않는 센서의 파형은 불규칙적인 오동작 파형을 출력하였다. 이는 실내의 형광등 불빛에 의한 오동작 파형이 나타난 것을 보여주고 있다.

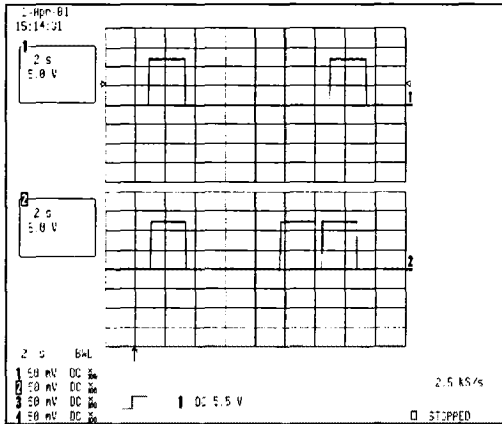


그림 5. 불꽃 인가시 쉴드의 유(a) 무(b)

Fig. 5. shield with the spread of fire

두 번째 실험으로는 쉴드 재료를 한 경우와 안한 경우에 불꽃에 반응하는 출력을 나타내고 있다. 불꽃을 인가한 경우에도 그림 5와 같이 아래 파형의 경우 출력이 일정치 않음을 보여주고 있다.

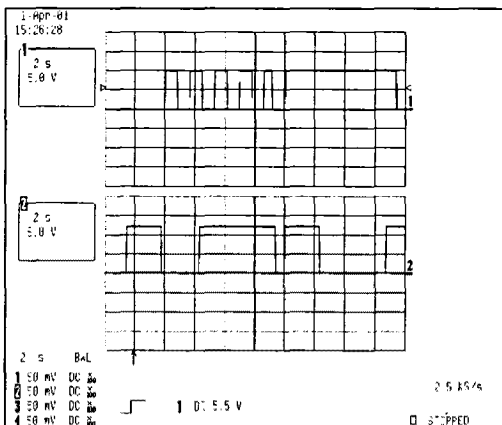


그림 6. 필터링 후의 UV, IR 출력

Fig. 6. UV, IR Output before filtering

세 번째 실험으로는 회로적인 주파수 분석 필터링을 한 경우와 그냥 출력단에 내보내는 경우에 대한 실험이다. 필터링 전의 경우 UV 출력파형은 어느 정도 안정되게 보이지만 IR의 경우 불규칙적인 출력이 나타남을 그림 6에서 보여주고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 초전형 적외선 센서와 UV 감지 Tube를 사용하는 감지기의 소개와 불꽃감지기의 비화재보(False Alarm)를 야기 시킬 수 있는 요인들에 대해 오동작을 최소화시키기 위한 회로적인 필터링과 온도보상용 쉴드, 광학적인 필터를 이용하였다. 실험에서 보여진 것처럼 대부분의 적외선 센서는 외부에 온도에 의해 오동작이 발생하고, 또한 불꽃 자체에서 나타나는 플리커 주파수에 대해서만 필터링 과정을 행한 경우 출력이 안정됨을 알 수 있었다. 초전 재료를 이용한 화재감지기용 적외선 센서와 자외선 센서의 국산화 실현이 시급하며, 다양한 개발로 화재 방재를 위한 시스템에 적극 활용되었으면 한다.

참고 문헌

- [1] 김용혁, 백동현, 최일수, 한국소방학회지, 9권2호 (통권20호), pp29~36,1995
- [2] A.G. Chynaweth, "Dynamic Method for Measuring the Pyroelectric Effect with Special Reference to Barium Titanate" J.Appl. Phys., Vol. 27, No.1
- [3] 이승래, 광소자응용기술. 연학사, 1993
- [4] S. M. Skippon & R. T. Short, Fire Safety Journal, 21, 1993
- [5] EN54, Part 10, Fire Detection And Fire Alarm Systems, Part 10 : Flame Detectors-Point Detectors, 1996
- [6] "UV/IR 화재장치 감지 개발", 한국 화재보험협회 부설 방재시험 연구소, 과학기술부