

불꽃 감지기에서 오동작 방지에 관한 연구

임병현*, 박성진**, 임종연***, 황종선****, 김영민****

* 조선대학교 제어계측공학과, 호남산전(주)

**서강정보대학 정보통신과, 호남산전(주)

***전북대학교 전기공학과, 호남산전(주)

**** 담양대학 초고속 정보통신공학부

A Study on the protection of false alarm in the UV/IR flame detector

Byung-Hyun Lim*, Sung-Jin Park**, Jong-Yeon Lim***, Jong-sun Hwang****, Young-Min Kim****

*Dept. of Control & Instrumentation Eng. Chosun Univ.

**Dept. of Information & Communication, Seokang College

***Dept. of Electrical Eng. Chonbuk National Univ.

****Dept. of Ultra High-speed Information&Communication Eng. Damyang college

ABSTRACT

A flame detector responds either to radiant energy visible to the human eye or outside the range of human vision. Such a detector is sensitive to glowing embers, coals, or flames which radiate energy of sufficient intensity and spectral quality to actuate the alarm.

An infra-red detectors can respond to the total IR component of the flame alone or in combination with flame flicker in the frequency range of 5 to 30 Hz. A major problem in the use of infrared detectors receiving total IR radiation is the possible interference of solar radiation in the infrared region. When detectors are located in places shielded from the sun, such as vaults, filtering or shielding the unit from the sun's rays is unnecessary.

In this study, we proposed method for reduce a false alarm with using filtering & sensor technology for distinguish of causes of raise a false alarm and pure flame.

1. 서론

화재 시 발생하는 연소생성물(열, 연기, 불꽃, 연소가스, 연소음 등)을 감지하는 화재감지기는 화재의 조기감지로 화재 초기에 인명피난을 유도하여 인명 안전을 보장하는 1차적인 설치 목적과 재산피해를 최소화하기 위해 초기소화활동을 가능토록 하는 2차적인 설치 목적에 의해 화재발생 가능성

이 있는 시설물에 설치되는 신호 발생 장치이다.

이러한 목적에서 설치되는 화재감지기의 작동원리는 화재 시 발생하는 열, 연기를 감지하는 것이 대부분(우리 나라의 경우 100%)으로 연소성상이 급속하게 화염(火焰)으로 전이(轉移)되는 가연성 액체, 기체의 화재, 석유류를 취급하는 장소의 화재, 도로나 터널에서의 차량화재, 등의 화재를 감지하기 위해서는 열·연기감지기보다는 조기화재감지 시스템을 구축하는 방법으로 연소성상에 따른 감지효과를 제고시키고자 불꽃에서 방사되는 복사에너지를 감지하는 UV(Ultra Violet)/IR(Infra-red) 화재감지장치를 개발·사용하는 것이 필요하다.^[1]

대부분의 적외선(Infra-red) 화재감지장치는 흑체방사 이론을 기초로 한 방사에너지 흡수에 의해 발생하는 온도 변화를 검출하는 초전형 적외선 센서를 1개 또는 2개를 부착하여 사용한다. 또한 UV(Ultra Viloet) 화재감지장치는 방전에 의한 전류의 가스중배효과와 급속의 광전효과를 이용한 UV 감지 Tube를 사용하고 있다. 이러한 UV/IR 화재 감지장치의 작동에 간섭을 일으키는 요인 즉, 비화재보(False Alarm)를 야기 시킬 수 있는 요인은 태양광, 인공광, Hot Body로부터의 열 방사, 용접시의 불꽃 등이 있으며 탄소를 함유한 가연물 연소시 불꽃의 스펙트럼과 간섭요인의 스펙트럼 분포는 분광 특성이 서로 다른 점을 이용하여 불꽃감지 기술에 활용하고 있다. 이러한 분광 특성이 다르다 하더라도 대부분의 광원의 파장 대에는 미약하나마 적외선과 자외선을 포함하고 있으며, 외부 환경의 영향으로 비화재보를 때때로 야기시키는 경우가 발

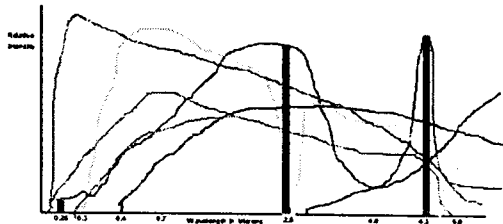
생한다.

따라서 본 논문에서는 비화재보를 야기시키는 요인들과 순수 불꽃(Flame)의 구별을 위한 필터링 기술과 센서 응용 기술을 이용하여 불꽃감지기의 오동작을 최소화 할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

II. 불꽃특성 및 UV/ IR 불꽃감지기

2-1. 화재 시 불꽃 특성 및 비화재보 요인

초전형 적외선 센서는 흑체 방사 이론을 기초로한 방사에너지 흡수에 의해 발생하는 온도변화를 검출하는 소자로서 1930년 Ta에 의해 처음 발견되었다. 그림 1에서와 같이 화재시 스펙트럼분포는 약 4.1 ~ 4.7 [μm]의 파장사이 적외선 범위에서 절대적인 최대 방사 강도를 나타낸다 이 대역은 탄소(Carbon)를 포함한 물질의 연소시 뜨거운 CO_2 에 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 되어 이들이 간섭요인으로 분류된다.



: SUN - - : Carbon Fire
 - : Arc - · - : Light Source

그림 1 Flame Spectrum Distribution

또한 방전에 의한 전류의 증배효과와 금속의 광전효과를 이용한 UV 감지기는 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 비화재보를 일으키지 아니하도록 태양광 차폐기술이 부가되었다.^[2]

2-2. 불꽃 검출을 위한 감지장치

불꽃감지기에 응용할 수 있는 검출소자로는 방사

에너지를 전기에너지로 변환시키는 소자가 사용되고 있다. 적외선 불꽃 감지는 육안으로 볼 수 없는 영역(4.4 [μm] 주변)의 에너지 방사를 감지하는 것으로 편향정도에 따라 불꽃표면으로부터 IR 에너지가 반사되지만 감지의 주요방식은 시야조준선방식이라는 것이다. 자연현상이나 산업시설에서 태양, Hot Body와 같은 IR 방사원은 많아서 식별이 어려워 원치 않는 파장대를 필터링 하기 위한 필터와 렌즈 등이 구비되어야 한다.

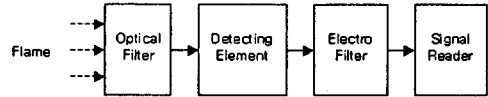


그림 2 Schematic Diagram of Infra-red Detector

자외선 불꽃감지는 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. 이와같이 빛을 받으면 고체내의 여기전자(勵起電子)가 진공중에 방출되는 광전자 방사를 이용한 것이다. 불꽃에서 자외선을 검출하는 검출장치로는 진공관형태의 G-M(Geiger-Muller Tube)나 UV Tron을 기본 센서로 사용하고 있다.^{[3][4][5]}

III. 비화재보 방지를 위한 필터링 방법

3-1. 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 적인 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 CO_2 Spike 현상에 의한 최대강도를 감지하기 위한 대역 통과 필터를 제조하기 위하여 Silicon 소재의 양면에 SiO_2 와 반사 특성을 갖는 물질을 코팅하여 필터를 제작하였다.

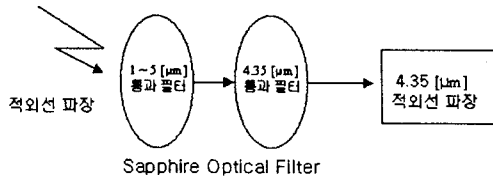


그림 3 Diagram of IR Optical Filter

3-2. 온도 보상을 위한 실드 재료

아래 그림 4와 같은 초전형 적외선 센서의 동작 특성을 보면 적외선에 의한 감지가 아닌 외부의 온도 변화에 대해서 비화재보의 반응을 보일수 있다. 이러한 특성을 최소화하기 위해서 그림 5와 같은 고무 재질의 재료를 이용하여 센서 주위의 온도 변화에 의한 센서의 잡음 성분을 최소화하기 위하여 적외선 센서의 실드 재료를 선정하였다.

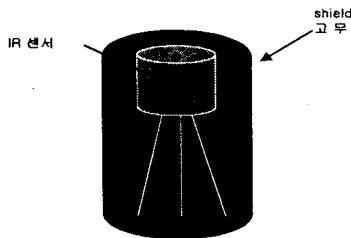


그림 4 Outer Shield Material

3-2. 감지기 내부 회로에 의한 필터링

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 선택하게 한 것이 전기적인 필터이다. 감지기의 구성 요소중 회로부는 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. 이 주파수를 판독하여 불꽃 이외의 외관광 잡음에 의한 비화재보를 방지하고 있다.

IV. 실험결과 및 고찰

본 논문에 실험을 위한 불꽃감지기는 한 개의 UV센서와 2개의 IR 센서를 사용하여 제작된 감지

기에 각각의 필터를 적용시켜서 실험하였다.

첫 번째 실험은 불꽃을 가하지 않는 상태에서 온도보상용 실드 재료를 사용한 것과 사용하지 않는 것에 대한 출력 파형을 그림 5에 나타내었다. 상단 파형은 아무런 반응을 보이지 않았고, 하단에 실드를 하지 않는 센서의 파형은 불규칙적인 오동작 파형을 출력하였다. 이는 실내의 형광등 불빛에 의한 오동작 파형이 나타난 것을 보여주고 있다.

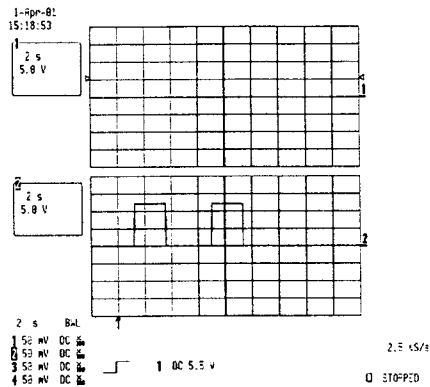


그림 5 The case of shield(a) and not shield(b)

두 번째 실험으로는 실드 재료를 한 경우와 안한 경우에 불꽃에 반응하는 출력을 나타내고 있다. 불꽃을 인가한 경우에도 그림 6과 같이 아래 파형의 경우 출력이 일정치 않음을 보여주고 있다.

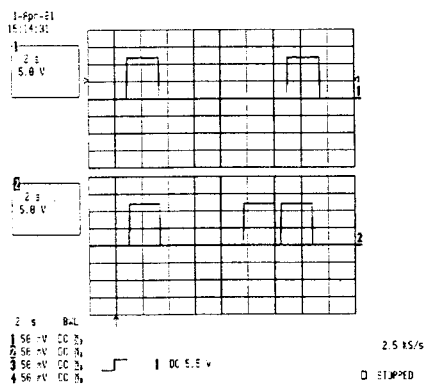


그림 6 The case of shield and not shield when the spread of fire

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 7에서 보여주고 있다.

필터링 과정을 행한 경우 출력이 안정됨을 알 수 있었다.

VI. 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

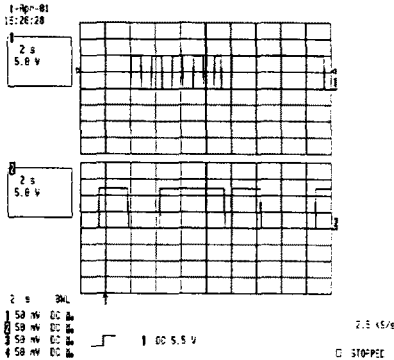


그림 7 UV, IR Output before filtering

그림 8에서 온도보상용 고무 쉴드 재료와 회로적인 필터링 과정을 거친 후에 UV와 IR 출력단에 정상적으로 파형이 나타남을 알 수 있다.

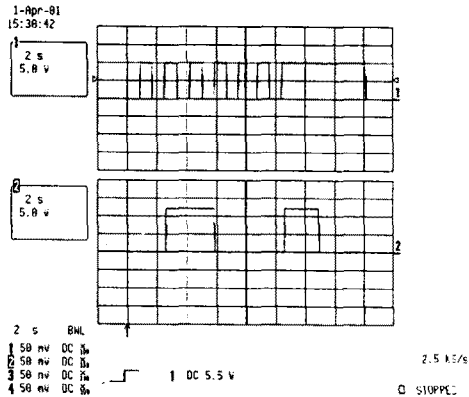


그림 8 Normal Graphs after filtering

V. 결론

본 논문에서는 초전형 적외선 센서 2개와 UV 감지 Tube를 사용하여 개발된 불꽃감지기의 비화 재보(False Alarm)를 야기 시킬 수 있는 요인들에 대해 오동작을 최소화시키기 위한 회로적인 필터링과 온도보상용 쉴드, 광학적인 필터를 이용하였다. 실험에서 보여진 것 처럼 대부분의 적외선 센서는 외부에 온도에 의해 오동작이 발생하고, 또한 불꽃 자체에서 나타나는 플리커 주파수에 대해서만