

# UV/IR Detector를 중심으로 한 화재감지 기술에 대한 고찰

김영민\*, 안형일\*, 김응식\*  
호서대학교 안전공학부\*

## 1. 서론

최근 들어 산업설비 및 건축물의 대형화, 다 기능화 추세가 두드러지게 나타나고 있는 가운데 화재발생으로 인한 인명 및 재산상의 피해규모가 비례적으로 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 이에 화재의 근원적 원인과 발생 가능성을 미연에 방지하는 방화·방폭 기술의 개발이 무엇보다도 중요해지고 있다. 또한 화재예방이 불가능하였을 경우 신속한 화재감지를 통해 화재진압에 나서는 것과 화재특성을 분석하여 화재를 방지하는 것 역시 중요해지고 있다.

본 연구에서는 여러 형태의 화재감지기들에 대한 성능비교와 함께 환경적 요소로 인한 비화재보를 감소시키는 방법들에 대하여 UV/IR Detector를 중심으로 검토하였다.

## 2. 화재감지기

화재감지기는 화염으로부터의 전자기 방사를 감지하는 것으로 현재 자외선영역과 세 개의 적외선영역 중 하나의 영역을 감지하는 것이 일반적이다. 이러한 화재감지기들은 화염 또는 복사선을 감지하는 것으로 열감지기와 연기감지기처럼 연소생성물을 포집하기 위한 실링 등이 필요하지 않아 화재로부터 일정 거리 이상 떨어져 신속하게 화재를 감지할 수 있다. 따라서 화학플랜트나 유정의 굴착 장치 등과 같은 대형 산업설비의 화재를 감지하는데 적합하다.

일반적으로 이러한 산업설비의 화재에 있어 화염은 예혼합화염과 확산화염의 형태를 갖는다. 대표적으로 과란 불꽃을 발하며 완전연소가 이루어지는 분젠버너의 화염이 예혼합화염이고, 그을음과 함께 노란 불꽃을 발하는 형태의 불완전연소는 확산화염이다. 이 두 가지 형태의 화염에서 예혼합화염을 이상적 형태의 연소현상으로 볼 수는 있지만, 실제 산업설비의 화재는 연소생성물로 CO, CO<sub>2</sub>를 발생하는 불완전연소가 되는 경우가 대부분이다.<sup>2)</sup> 위의 두 형태는 각기 다른 화염 스펙트럼을 갖는다. 탄화수소계 연료

의 연소에 있어서 확산화염의 경우 탄소입자로부터의 연속적인 복사의 스펙트럼은 중첩되어 Black body의 복사와 유사하게 되고, 예혼합화염은 연소생성물들의 방사 대역과 일치하는 스펙트럼을 나타낸다.

## 2.1 화재감지기의 기본조건

일반적으로 이상적인 화재감지기는 감지범위 안에서 여러 형태의 화재로부터 발생하는 화염을 감지하기에 충분한 감도와 빠른 응답시간을 통해 높은 감지 확률을 갖는다. 반면에 감지기가 사용되는 곳의 온도, 압력, 습도 등과 같은 환경인자들의 영향으로 감도저하가 원인이 되어 발생하는 비화재보의 확률이 낮아야 한다. 현재 일반적으로 많이 사용되고 있는 열감지기와 연기감지기는 응답시간이 느리다는 단점을 가지고 있으며, 방사(광)의 방법으로 화재를 감지하는 감지기 역시 태양 빛이나 작렬하는 노벽에서 나는 백그라운드 광에 의한 비화재보의 가능성이 있다.<sup>3)</sup> 이러한 화재 감지기들이 가지고있는 단점들을 보완하기 위해 화재발생시 화염으로부터 방출되는 자외선 영역의 복사와 적외선 영역의 열 방사를 감지하는 감지기가 이용된다.

## 3. UV DETECTOR의 특징

UV Detector는 화염에서 방사되는 미약한 자외선을 감지, 이를 연소 제어기 및 화재감지장치에 응용하는 원리이다. 특징은 화염에서 방출되는 자외선만을 감지하므로 가시광선이나 고온의 열원이 있어도 감지기는 전혀 반응하지 않는 반면에 실내에서 성냥불이 점화 한 것만으로도 쉽게 반응할 정도로 민감한 특성을 가지고 있다. 또한 고속의 응답시간과 바람, 비, 눈, 습도, 온도, 그리고 압력 등의 극한 기후변화에 강한 특성을 가지고 있어 실내외 어느 곳에서나 사용할 수 있다는 장점이 있다.

### 3.1 UV DETECTOR 의 작동원리

그림1.과 같이 기체를 봉입한 자외선을 투과하는 용기(석영, UV투과유리)속에 일정한 간격의 2개의전극(Anode : 양극, Cathode : 전극)을 설치하고, 직렬저항을 연결하여 직류전압에 접속한다. 그리고 음극 K에 외부에서 자외선을 조사하면 음극 표면에서 광전효과에 의해 광전자(Photo Electron)가 방출된다. 그 방출된 광전자는 전계에 끌려 봉입 된 기체에 충

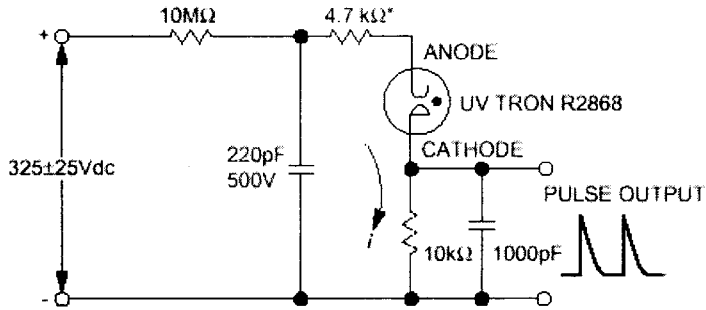


그림. 1 UV Detector의 원리도

돌하여 전리시키면서 양극을 향한다. 한편 이러한 붕입 기체의 전리에 따라 생긴 (+)이온은 전계에 의해 음극으로 향하게 되고 기체는 절연과파를 일으켜 방전을 개시한다. Cathode출력은 Pulse형태로 출력되고 이 Pulse의 수를 카운트하게 됨으로서 화재의 성격과 규모를 쉽게 예측 할 수 있다. 일반적인 화재에서의 자외선 발광파장의 길이는 약 200nm정도이다. 이에 반해 자외선 화재감지기는 약 185~260nm 영역의 자외선을 감지하므로 화재로 인한 자외선을 모두 감지해낼 수 있다. 6,000 °C를 넘는 고온체(高溫體)인 태양의 표면에서 역시 상당히 짧은 파장의 자외선이 방출되고 있는데, 그 중 270nm보다 짧은 파장의 자외선은 지표까지 도달하지 않고

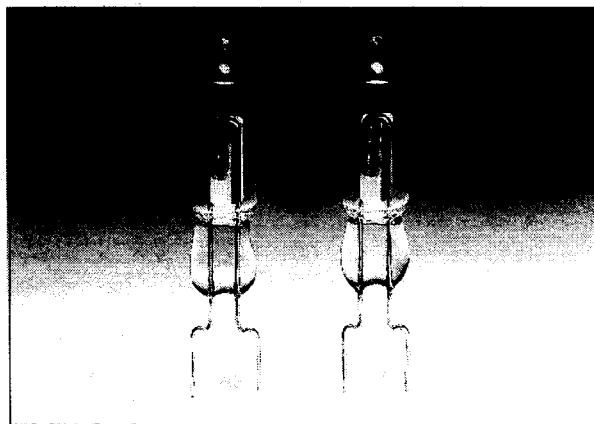


그림. 2 UV Detector

상층 대기 중의 산소나 오존 등에 흡수되게 되므로 태양열에서 방사되는 자외선에서는 반응을 하지 않게 된다. 반면에 화염에서 방사되는 자외선만을 화재감지에 사용하게됨으로서 성냥불이나 라이터불 심지어는 개방된 지역 같은 경우는 2~3Km 떨어진 지역에서의 용접작업으로 인한 자외선까지 감지하는 예민함을 가지게 됨으로써 실질적 화재가 아닌 일반적 화염까지 검출하는 비화재보의 가능성을 가지고 있다. 표1.은 본 연구에 사용된 R2868 자외선 감지기의 동작특성을 나타내고 있으며 다른 기종의 감지기 역시 표1.의 조건과 크게 다르지 않다.

표.1 UV Detector의 동작특성

Parameters	Rating	Units	Parameters	Rating	Units
자외선과장범위	185~260	nm	평균전류	1	mA
백브재료	UV투과유리		작동온도	-20~60	°C
인가전압	400	V	방전개시전압	280	V
피크전류	30	mA	권장평균충전전류	10	uA

#### 4. IR DETECTOR의 특징

열형 적외선 센서에는 서모 파일이나 초전형, 서미스터 볼로미터, 고레이 셀 등이 있다. 모두 적외선을 흡수하여 뜨거워지고 그 효과로 전기신호를 얻는 것이다. 이들의 차이는 열-전기 변환 방법에 있다. 이들 중에서 지금까지 방사온도계에 많이 사용되는 것은 서모 파일이다. 감도 등은 다른 것에 비해서 낮은 경향이 있지만, 특히 초퍼나 안정화 전원이 불필요한 점이 유용하고, 또 견고한 것 등도 중시되고 있다. 서모 파일은 글자 그대로 열전대, 즉 여러 개의 열전쌍을 직렬로 접속한 것이다. 따라서 적외선의 입사에 의해서 기전력이 발생한다. 서모 파일은 열로 느끼는 박막부와 주위의 히트 싱크로 구성되고, 박막상에 열전쌍이 형성되어 있다. 열전쌍의 접합부와 박막부의 중앙부에 놓이고 막밖에 히트 싱크상으로 다른 열전쌍과 접속하고 있다. 또 막의 중앙부에는 적외선 흡수 물체가 있어 적외선의 입사에 의해 막의 온도가 시간과 함께 상승하고 중앙과 주변의 온도차로 열전쌍에 기전력이 발생한다. 여러 개의 열전쌍은 직렬로 접속되므로 그들의 총합이 서모 파일의 출력전압이 된다. 막의 온도 상승은 극히 작으므로, 예를 들면 500°C의 물체를 검출하는 경우에도 막의 온도 상승은 1°C를 넘는 일이 없다. 센서의 수광부는 민감하기 때문에 주위의 온도가 급변하여 그것이 직접 센서에 영향을 주면 센서 출력은 불안정하게 되고 오차가 생긴다.

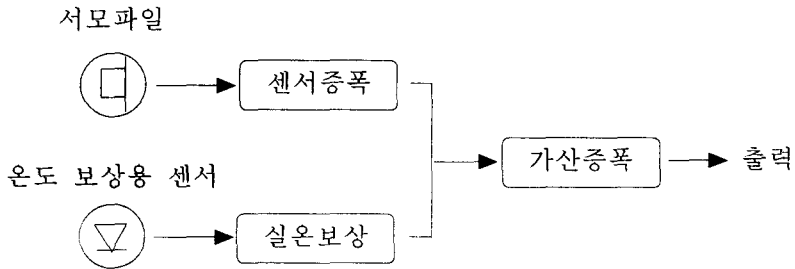


그림.3 IR Detector의 원리

이전의 적외선 감지기는 불안정한 동작과 환경조건 특히 고온 조건에 매우 약한 특성을 가지고 있었고 이러한 조건에 대한 특성 때문에 실외 환경에서는 사용에 제한이 생길 수 있었으나 현재의 적외선 감지기는 이러한 약점을 많이 보완된 형태의 감지기가 생산되고 있다.

최근 개발되고있는 적외선 감지기의 성능은 매우 넓은 지역과 명백한 위험에 노출되어있는 지역에서 사용이 가능하다. 감지기는 화염에 굉장히 민감하여 약 40m거리에서 약 0.1m<sup>2</sup>의 규모의 화염을 확실하게 감지해낼 수 있는 성능을 가지고 있으며 좀더 발전된 형태로 불완전 연소 시 발생하는 이산화탄소의 방사 에너지를 감지하는 Two Channel Detector형태의 감지기를 사용하고 있다.

## 5. 결론

위 두 가지 형태의 감지기를 연구 조사한 결과 각각의 감지기들은 기존의 화재감지기들의 감지원리보다 훨씬 효과적인 감지성능과 반응시간을 가지며, 여러 가지 성능 면에서 기존의 열감지거나 연기감지기에 의한 화재감지기보다 탁월한 능력을 발휘한다는 것을 알 수 있었다.

하지만 UV/IR 화재 감지기 역시 완벽한 감지성능을 가질 수 없으며, 비화재보를 발하는 몇 가지 단점들을 가지고 있다. 그러나 UV Detector와 IR Detector를 하나의 화재감지회로에 구현시킬 경우 서로가 가지고있는 기능적 단점들, 예를 들어 성냥불 등에 의한 자외선 감지기의 오작동 등을 상호보완 해줄 수 있다.

본 논문의 추후 과제로는 앞서 제시한 것과 같이 UV/IR Detector를 하나의 감지기로 통합함으로써 서로의 단점을 상호 보완해주고 서로의 장점

을 더욱 발전시켜 어떠한 환경에서도 정확한 감지성능을 발휘함과 동시에  
최단시간의 반응시간을 확보함으로써 화재발생 시 입을 수 있는 피해를  
최소화 할 수 있는 종합적인 화재감지 및 소화시스템을 개발하고자 한다.

## ■ 참고문헌

1. 내무부, 96'화재통계연보. 1997. pp.54-56
2. Middleton, J.F., "Developments in Flame Detector," Fire Safety Journal No.3, May 1999, pp.175-182.
3. 안형일, 정기창, 김응식, 김홍, "자동차 화재 감지시스템 기술개발에 관한 연구," 대한산업안전학회 '98춘계학술논문발표회 논문집, 1998, pp.241-244
4. 자동화기술 편집부, "온도·습도센서 활용 핸드북," 성안당, 1997