

적외선식 불꽃감지기의 전자파 적합성 개선

(Improving Electromagnetic Compatibility of the Infrared Flame Detector)

송현선* · 이의용**

(Hyun-Seon Song · Yeu-Yong Lee)

Abstract

The infrared, flame detector uses to detect fire situation from the characteristics of fire sources radiant energy. But it is able to malfunction on account of susceptible to interference of various surrounding waves.

This paper is designed 6 independent PCB- boards to minimize the closed loops of signal circuit. Also considering the interaction of electric and magnetic fields, this paper is designed protecting circuit of current and voltage output to reduced electromagnetic interference. And this paper is improving electromagnetic susceptibility by ferrite bid, capacitor filter and grounding circuits.

Key Words : Triple Pyroelectric Infrared Flame Detector, Electromagnetic Interference, Electromagnetic Compatibility, Electromagnetic Susceptibility

1. 서 론

최근 정보통신산업의 급속한 발전으로 종래의 전도 에너지를 이용하는 전자기기에 더하여 무선 네트워크, 휴대인터넷(WiBro), 디지털 멀티미디어 방송(DMB) 등의 복사 전자파를 이용하는 유비쿼터스가 우리생활

에 없어서는 안될 필수품으로 자리잡고 있다. 이와 같이 무선기기와 전자기기가 공존하는 전자파 밀집 공간에서 무선기기의 전자파간섭과 전자기기의 오동작을 피하고 상호간의 교환성과 호환성을 확보할 목적으로 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission : IEC)의 국제무선장해 특별위원회(CISPR)를 중심으로, 미국, 유럽에서는 전자파적합성(Electromagnetic Compatibility : EMC) 즉, 전자파장해(Electromagnetic Interference : EMI) 및 전자파내성(Electromagnetic Susceptibility : EMS)에 대한 규제대상과 안전기준의 규격을 제정하고 개정하면서 점점 강화하는 추세에 있다[1-5].

우리나라에서도 1990년 9월부터 정보통신부에서 전자파장해에 대한 전자파장해 검정규칙을 제정하여 시행해 오다가 1997년 5월 국제기준인 CISPR기준으로

* 주저자 : 세명대학교 전기공학과 정교수
** 교신저자 : (주)창성에이스 대표이사
* Main author : SEMYUNG UNIVERSITY, The Department of Electrical Engineering, Professor
** Corresponding author : Chang Sung Ace Co.,Ltd, CEO
Tel : 043-649-1303, Fax : 043-648-0868
E-mail : hssong@semyung.ac.kr
접수일자 : 2013년 11월 5일
1차심사 : 2013년 11월 7일
심사완료 : 2013년 11월 22일

상향 조정하고 아울러 EMS에 대한 기준 및 시험방법이 추가된 전자파적합 등록제도로 변경 시행하고 있다. 또한 2011년 1월부터는 방송통신기자재 등에 관한 적합성평가제도가 전과법에 근거하여 적합인증, 적합등록, 잠정인증으로 즉, 무선전화, 경보 및 자동수신기, 레이다 등은 적합인증 대상 기기로, 컴퓨터기기 및 주변기기, 방송수신기기, 전기용품 등은 적합등록 기기로 분류되어 국가통합인증표시인 KC마크를 획득하도록 전면 개편되어 시행하고 있다[2].

적외선식 불꽃감지기는 화재 시 연소생성물의 고유 방사특성 즉, 수 μm 파장을 감지하여 화재 여부를 판단하는 것으로 산업광의 파장 관습이나 공기 중으로 방사되는 전자파에 민감하게 반응하여 비화재보나 오동작하는 문제점이 있다[6]. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 삼파장 적외선식 불꽃감지기는 CO₂ 공명 방사대역의 파장 4.3 μm 은 화재 검출용으로, 파장 4.0 μm , 5.2 μm 은 태양광이나 인공광의 검출용으로 활용함으로써 비화재보에 대한 오동작율은 개선되었지만 아직도 규정을 추가하는 전자파장해와 취약한 전자파내성으로 오동작하는 경우가 종종 있다[7-8]. 이를 위하여 본 논문에서는 전자파 발생의 주원인인 고주파 신호경로의 루프영역 최소화에 중점을 두고 전자파 방사의 확산을 억제하기 위하여 2개의 PCB 기판을 적층으로 설계하였다. 또한 전자기장으로 구성된 공간에서는 자기장이 시간적으로 변하면 그 주변에 전기장이 발생하고, 자기장이 시간적으로 변화하면 전기장이 발생하여 전자파 방사 노이즈를 발생하는 원인이 된다. 이러한 문제점은 입력전원 보호회로와 전류출력 보호회로 및 정전압회로를 개발함으로써 전자파 노이즈의 발생을 최소화 하였으며, 전원 및 신호전달부는 페라이트 비드와 전자파 노이즈 저감 필터 및 시스템 접지로 전자파내성을 제고하도록 하였다.

2. 전자파 적합성을 위한 불꽃감지기 회로 설계

불꽃감지기 시스템에 인가된 전원에 의하여 형성된 전자계는 다른 회로와의 정전유도와 전자유도에 의하여 합성 중첩되어 고주파의 전자파로 된다. 이 고주파

의 전자파는 공간을 빛의 속도로 전파 되면서 회로에 악영향을 미치는 전자파 적합성 문제로 작용하게 된다.

전자파 적합성 문제의 원천은 Maxwell의 전자기파 파동방정식으로부터 알 수 있다. Maxwell의 전자기파 파동방정식은 Ampere-Maxwell 법칙 ($\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$)과 Faraday 법칙($\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$)으로부터 유도하면 다음과 같다.

$$\nabla^2 E = \epsilon\mu \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} + \mu\sigma \frac{\partial E}{\partial t} \tag{1}$$

$$\nabla^2 H = \epsilon\mu \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} + \mu\sigma \frac{\partial H}{\partial t} \tag{2}$$

식 (1)과 (2)에서 우변의 첫 번째 항과 두 번째 항은 각각 파동작용과 확산작용을 나타낸다. 그러므로 파동작용은 $\epsilon\mu\omega^2$ 즉, 각속도(ω) 제곱에 비례함으로 고주파 불량도체($\epsilon\mu \gg \sigma$)에 지배적으로 작용하고, 반면에 저주파 양도체($\sigma \gg \omega\epsilon$)의 경우는 확산작용($\epsilon\mu\omega$ 에 비례)이 지배적임을 알 수 있다[1].

전자파적합성(EMC)은 전기설비의 정상 동작상태에서 다른 설비에 영향을 줄 수 있는 전자파장해(EMI)와 전자파 환경에서 다른 설비로부터 노이즈 관습도 받지 않고 정상적인 동작을 할 수 있는 전자파내성(EMS)을 만족시켜야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 PCB기판 상에서 발생하는 차동모드 방사와 공통모드 방사에 관련된 매개변수를 파악하여 이를 회로 설계에 반영하며, 동시에 전자파 내성에 대한 대책도 계획한다.

2.1 전자파 장애 대책

전자파 방사는 차동모드 방사와 공통모드 방사가 있다. 먼저 차동모드 방사는 신호선에서 부하까지 폐회로의 전류에 의한 전계에 의해서 주로 발생하고 있다. 지금 전류 i A로부터 거리 r m 떨어진 폐회로 면적 A m²에서의 전계의 세기 E V/m는 다음과 같다[2].

$$E = K(f^2 Ai) \frac{1}{r} \tag{3}$$

식 (3)에서 방사를 줄이기 위해서는 비례요소인 전류 i , 루프 면적 A 및 주파수 f 중에서 회로의 동작특성과 무관한 신호경로에 의해 형성되는 루프영역의 최소화과 다음과 같은 방사 방지대책을 고려하여 PCB보드를 설계하였다.

2.1.1 클럭신호 경로에 의해 형성되는 루프 영역의 최소화

시스템에서 클럭은 최고주파수의 신호로 이 신호에 의한 방사는 회로의 다른 부분에서 발생하는 방사보다 크므로 클럭신호의 폐회로 영역을 최소화하고 클럭리드선은 접지회귀 리드선과 인접하도록 하여 고주파의 전자파를 대지로 방류시킨다.

2.1.2 클럭신호 경로선과 PCB 리드선과의 상호결합 방지

클럭신호 경로선이 PCB에서 나오는 리드선과 결합되는 것을 방지하기 위하여 클럭신호 회로가 입출력 단자 및 제어회로와는 가능한 멀리 떨어지도록 배치한다.

2.1.3 데이터 버스와 라인 드라이브는 근접 배치하고 경로는 접지

높은 전류가 흐르는 버스와 라인 드라이브의 경로선은 근접하도록 하고 라인 드라이브를 통하여 증폭된 신호의 방사 방지를 위하여 보드로 나가는 선에서 드라이브는 커넥터와 근접하도록 한다.

2.1.4 전력입력단자에 전자파 노이즈 필터 설치

전자파 노이즈 필터는 인덕터(L)와 커패시터(C)의 pi형으로 구성 하며 L은 불꽃감지기 내부회로에서 발생된 전자파가 외부로 방사되는 것을 차단하는 역할을 한다. 그리고 커패시터는 관통형 콘덴서로 고주파의 전자파를 바이패스시켜 내부회로에서 결합경로를 제거함으로써 전자파 방사를 억제하는 역할을 한다.

먼저 클럭신호 경로에 의해 형성되는 루프영역의 최소화를 위하여 불꽃감지기의 표준 전계강도 방사기준 즉, 주파수 30~230MHz에서 A등급의 경우 전계강도

는 $40(dB\mu V)$, 주파수 230~1000MHz에서는 $47(dB\mu V)$ 이므로 본 연구에서는 30~1000MHz에서 A등급의 전계강도인 $40(dB\mu V)$ 이하가 되도록 설계하였다. 식 (3)에 의하여 폐회로 면적을 계산하면 $6.3cm^2$ 이 된다. 이를 위하여 본 논문에서는 불꽃감지기의 회로 기능을 특성별로 구분하고 총 2개의 기판(PCB-board)을 적층으로 구성하였다. 그림 1의 기판별 구성 블록도에서, PCB 1은 입력 및 신호 전달 부, 입출력 전원 보호회로, 통신출력(RS-485) 보호회로, 통신출력(RS-485)회로 및 전류출력(4~20mA signal)회로이다. PCB 2는 정전압회로와 마이크로프로세서회로, 비교분석 전송회로, 초전센서 증폭회로이다. 그림 2는 전체기판의 조립도로 이와 같이 2개의 기판을 적층으로 구성함으로써 신호경로에 의해 형성되는 폐회로 면적을 최소화하였다.

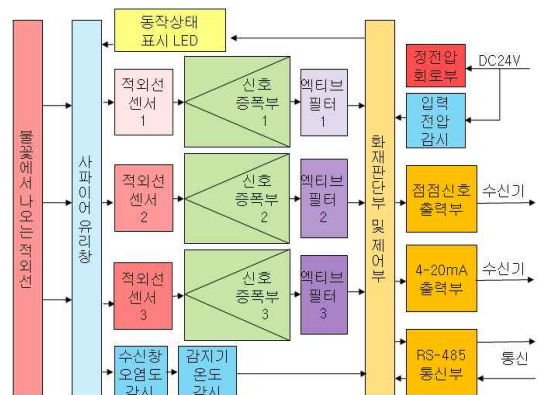


그림 1. 기판별 다이어그램
Fig. 1. PCB-board diagram

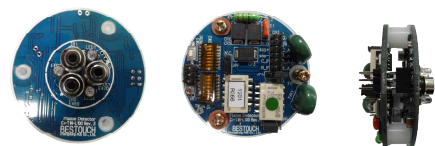


그림 2. 기판의 조립 완성도
Fig. 2. Shape of completed PCB

차동모드 노이즈를 줄이기 위한 필터회로는 그림 3 (a)와 같이 L, C의 pi-filter로 구성하였다. 필터링의 경우는 EMI의 대책과 EMS의 대책이 본질적으로 유사하게 적용된다. 즉 필터링 전후 입출력간의

결합을 최소화 하고 고주파 노이즈를 대지로 방류 시키기 위한 EMI 대책에서는 커패시터 C를 부하측에, 반면 EMS 대책에서는 커패시터 C를 전원측에 삽입하는 차이점이 있다. 그러나 필터회로를 pi형으로 구성할 시는 EMI와 EMS 대책에 복합적으로 적용가능하며 또한 C1과 C2값도 동일하게 설정할 수 있다. 특히 고주파의 전자파 해석 시는 그림 3 (b)와 같이 리액터는 기생 커패시터가 병렬로, 커패시터는 기생 인덕터가 직렬로 결합된 회로로 등가화된다.

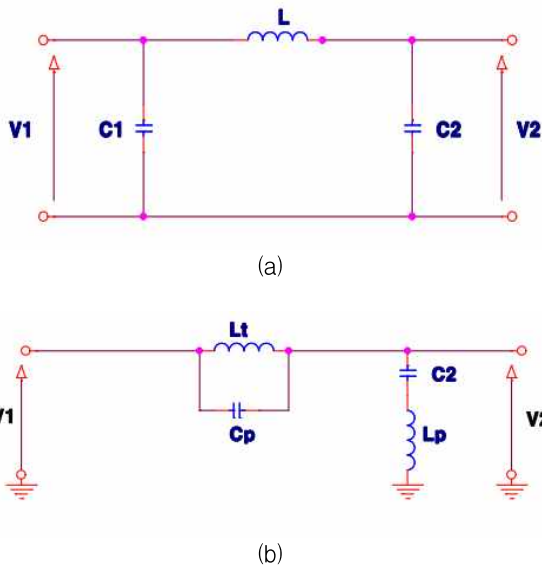


그림 3. 전자파 노이즈 필터
Fig. 3. EMI noise filter

그림 3 (a)에서 전자파 노이즈의 감쇄량 dB는 식 (4)와 같고

$$dB = 20 \log(1 + \omega^2 L_1 C_2) \quad (4)$$

그림 3 (b)의 등가회로에서 전달함수는 식 (5)와 같다.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{L_{th} C_2 L_p C_p \omega^4 + (L_p C_2 + L_{th} C_p) \omega^2 + 1}{L_{th} C_2 L_p C_p \omega^4 + (L_{th} C_2 + L_p C_2 + L_{th} C_p) \omega^2 + 1} \quad (5)$$

식 (5)에서 차단주파수 f_2, f_3 와 절점주파수 f_1, f_4 는

각각 식 (6), (7)로 된다. 그러므로 노이즈 차단 범위는 $f_1 \sim f_4$ 구간이고, 구간 $f_2 \sim f_3$ 에서는 급격한 감쇄가 나타난다.

$$f_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{th} C_p}} \quad f_3 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_2 L_p}} \quad (6)$$

$$f_1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{th} C_2}} \quad f_4 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_p L_p}} \quad (7)$$

다음 공통모드의 방사는 시스템의 접지와 회로 상간의 전압차에 의하여 접지부로 흘러 복귀되는 귀로 전류에 의하여 발생한다. 일반적으로 동일한 전계강도를 발생하는데 공통모드 전류는 차동모드 전류의 약 1/1000배 이므로 전자파 노이즈에는 공통모드 전류에 의한 노이즈가 지배적이다. 그러므로 EMI대책으로 공통모드 방사를 최소화 하는 것은 무엇보다도 중요하다.

공통모드 전류 i 에 의한 전계강도 E_c 는 식 (8)과 같이 된다[2].

$$E_c = K(fli) \frac{1}{r} \quad (8)$$

식 (8)에서 전계강도는 주파수 f Hz, 전류경로 길이 l m에 비례하고 폐회로에서의 거리 r m에 반비례한다. 그러므로 공통모드 방사를 줄이기 위해서는 경로 길이를 줄이는 것이 가장 확실한 대책이고, 그 외는 전압 전류에 의한 전자기장의 세기를 최소화하기 위하여 정전압 보호회로, 입출력단의 접지, 페라이트 비드와 노이즈 필터를 적용하였다.

이를 위하여 본 논문에서는 입력전원 보호회로(그림 4), 통신출력 보호회로(그림 5), 전류출력 보호회로(그림 6)와 정 전압회로(그림 7)를 개발함으로써 전자유도와 정전유도 전압을 최소화 하였다.

입력전원 보호회로는 그림 4와 같이 DC 24V(±20%) 입력전압의 역방향 접속방지와 대지 접지로 전자파 노이즈의 방사를 억제하도록 회로를 구성하였다.

그림 5의 통신출력 보호회로는 RS-485 시그널 통신출력을 보호하기 위한 회로이다.

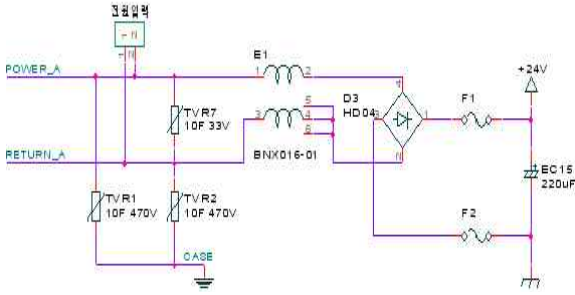


그림 4. 입력전원 보호회로
Fig. 4. Protecting circuit of input power

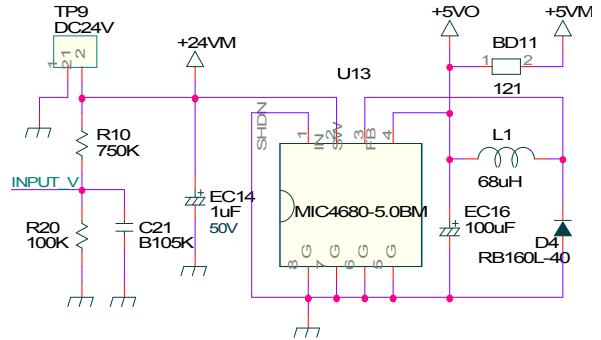


그림 7. 정전압 회로
Fig. 7. Voltage regulator circuit

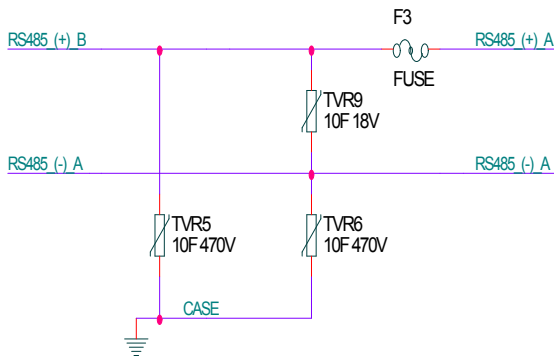


그림 5. 통신출력 보호회로
Fig. 5. Protecting circuit of communication output

그림 6의 전류출력 보호회로는 4~20mA 시그널 출력신호를 보호하는 회로이다.

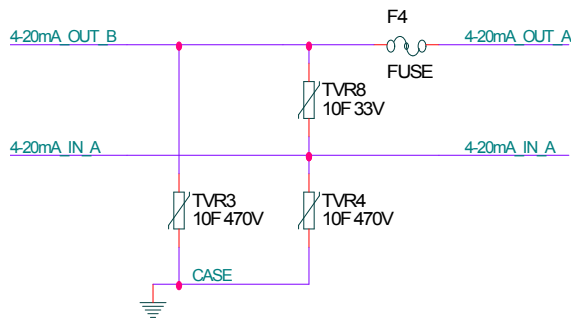


그림 6. 전류출력 보호회로
Fig. 6. Protecting circuit of current output

그림 7의 정전압 회로(PCB 4)는 높은 입력전압에 대하여 회로를 안정화시키고 각각의 부품들이 정상적으로 구동할 수 있도록 DC 5V 전압을 안정적으로 공급 시켜주는 회로이다.

2.2 전자파 장애 대책

전자파내성은 기기가 외부의 전자파장해로부터 정상적으로 동작할 수 있는 능력을 의미하며, 정전기방전내성, 방사성 RF 전자기장내성, 급속과도현상내성, 서지내성, 전도성 RF 전자기장내성이 있다.

정전기 방전 내성에 대한 대책으로는 접촉부를 절연시키고, 회로측 임피던스는 크게하고 접지측 임피던스는 작게 한다. 방사성 RF 전자기장 내성에 대해서는 빈틈없는 차폐가 기본 대책이다. 전자파 내성 중 가장 영향이 큰 급속과도현상 내성과 전도성 RF 전자기장 내성에 대한 대책은 필터를 사용하고 있다. 필터는 그림 8과 같이 전원측과 신호측에 각각 pi형으로 이는 EMI용 필터와 동일하게 사용할 수 있다.

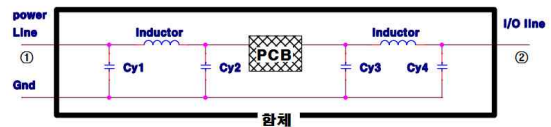


그림 8. 전자파 필터 회로
Fig. 8. Circuit of EMI filter

3. 전자파 적합성 시험

전자파 적합성(EMC) 시험은 전자파 장해시험과 전자파 내성시험으로 구분된다. 이것은 기기에서 발생하는 전자파의 방출과 외부장애에 대한 내성관련 요구사항 즉, 방출한계 및 내성에 대한 규격의 기준을 만

족할 경우 전자파 적합성이 인증된다[5].

3.1 전자파 장애시험

본 논문에서는 전계강도 감소 대책과 고주파의 전자파를 줄이기 위한 EMI 노이즈 필터회로를 회로 설계에 반영하였다. 특히 고주파로 구성된 공통모드의 전자파를 줄이기 위하여 사용된 필터에서는 기생소자의 성분값이 미지인 관계로 거듭된 시행착오로 인덕터 L1은 1.2mH, L2는 110μH로 산정하였다. 커패시터 C 값은 일반적으로 가장 많이 사용하는 2200pF, 3300pF, 4700pF 중에서 300MHz 이상의 대역에서 가장 좋은 특성을 가지는 2200pF를 선정하였다. 신호측 커패시터 Cy3과 Cy4는 불꽃감지기 회로의 내부 동작 임피던스가 미지인 관계로 신호의 전파속도 유지를 위하여 22pF로 선정함으로써 그림 9와 같이 전자파 방출이 전자파 한계기준치(KN 14-1 QP) 보다 약 20dB의 여유가 있음을 알 수 있다. 여기서 KN 14-1 AV는 전자파 평균 한계기준치이며, 그래프는 각각 측정 데이터의 최대값과 평균값의 변화추이를 나타내는 것으로 모두 규정치 이내로 만족되었다.

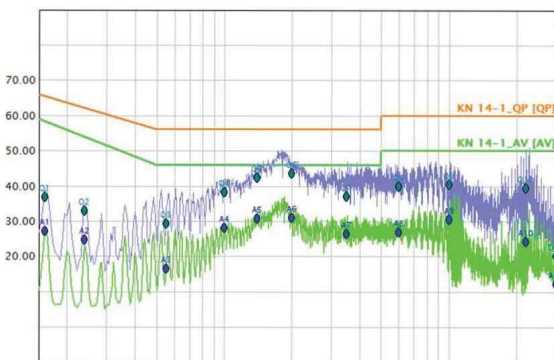


그림 9. 전자파 방출시험 그래프
Fig. 9. Test Graph of EMI emission

전자파장애시험은 유럽표준화위원회(CEN)와 유럽 전기기술 표준화위원회(CENELEC)에서 제정한 EN 규격 중 산업, 과학 및 의료용 기기류를 대상으로 하는 EN55011(무선 주파수 장치의 무선장애 특성의 허용치와 측정방법)에 따라 시험인증기관에 의뢰하였다.

시험은 전자파 무반향실에서 Byconilog 안테나(model 3142), Ant. Mast(model 1051-12) 및 EMI Receiver (model ER-265)를 사용하여 불꽃감지기에서 3m떨어진 위치에 안테나를 설치하고 높이를 1~4m로 가변하면서 30~1000MHz의 주파수 대역에서 발생하는 방사전자파 노이즈를 측정하였다.

표 1에서 M.V(Measure Value)는 측정값, A.F(Antenna Factor)는 안테나 수신기 보증 값, C.L(Cable Loss)은 케이블 손실 보증값으로 측정결과값(Result = M.V+A.F+C.L)은 EN규격의 한계값(Emission [(dBμV)/m])과 규격요구 상한값(Q.Peak[(dBμV)/m])의 62.8%와 76.2% 이내로 만족되었고 목표값에 대한 여유(Margin)의 비율인 여유도도 최소 각각 32.4%와 40.5%로 방사전자파가 획기적으로 감소되었음을 확인하였다.

표 1. 방사전자파 노이즈
Table 1. Test Result of Radiated Emission

Freq. MHz	M.V dB	ANT.H m	Correction	
			A.F dB	C.L dB
34.62	21.45	1.2	11.06	0.90
224.57	14.22	1.4	16.33	3.25
288.40	10.72	1.1	19.66	3.81
352.23	15.31	2.4	14.82	4.22
496.11	10.31	1.3	18.47	5.47
833.50	6.33	1.5	21.97	7.53

Emis. dB	Q. Peak dB	Result dB	Margin dB
50.0	40.0	33.41	16.59
50.0	40.0	33.80	16.20
57.0	47.0	34.19	22.81
57.0	47.0	34.35	22.65
57.0	47.0	34.25	22.75
57.0	47.0	35.83	21.21

3.2 전자파내성시험

전자파내성시험은 정전기방전내성, 방사성 RF 전자기장내성, 급속과도현상내성, 서지내성, 전도성 RF 전

자기장내성 시험을 실시하였다.

정전기방전내성시험은방전시험장치(ESD Simulator(ESS-2000), ESD Gun(TC-815p))를 기기표면에 직접 접촉시켜서 방전하는 접촉방전과 기기에 근접시켜 가면서 방전하는 기중방전 및 주변의 다른 기기에 대전체를 접촉시켜 이에 동반하여 발생하는 펄스형태의 전자파에 의한 간접 방전시험이 있다.

시험방법은 EN규격(EN 61000-4-2)에 따라 불꽃감지기의 접점에는 최고 직류 6kV, 기중에서는 8kV 전압을 1초 간격으로 10회 이상 인가하여 시험한 결과 표 2와 같이 기기가 오동작하지 않고 정상적으로 동작하였다.

표 2. 정전기방전내성 시험 결과
Table 2. Test Result of Electrostatic Discharge

Test Application	Discharge Voltage kV	Test Point
Direct	2 /4 /6	Enclosure
Direct	2 /4 /8	Glass
Indirect	2 /4 /6	VCP

Contact Discharge	Air Discharge	Result
A	-	pass
-	A	pass
A	-	pass

방사성 RF 전자기장내성 시험은 자유공간으로부터 들어오는 전파간섭에 견디고 정상적으로 작동하는 정도를 말한다. 시험방법은 EN규격(EN 61000-4-3)에 따라 전기장세기 1, 3, 10V/m, 주파수 80~2000MHz 대역의 반송파 신호는 1kHz 정현파로 80% 진폭 변조하였고, 진폭변조 반송파의 체재시간은 불꽃감지기가 동작하고 응답하는데 필요한 시간 보다 길어야 함으로 요구 최소시간인 0.5초 즉, 1Hz의 위상변조로 하여 실제 상황을 모의하여 시험하였다. 그 결과는 표 3과 같이 방사내성을 만족하는 것으로 나타났다.

급속과도내성 시험은 전원선, 신호선 등에서 반복되는 빠른 스위칭 과도현상을 인위적으로 발생시켜서 불꽃감지기에 인가하여 오동작여부를 시험하는 것으로

로 규격 EN 61000-4-4에 따른다. 즉 EFT/B Wave Generator (Model : FNS-AX2-A16)에서 발생한 전압 1kV를 불꽃감지기의 직류 전원단자에 144초 동안 인가한 시험에서 표 4와 같이 정상적으로 동작함을 확인하였다.

표 3. 방사성 RF 전자기장내성 시험 결과
Table 3. Test Result of Radio Frequency Electromagnetic Field Immunity

Frequency MHz	Antenna Polarity	Field V/m Strength
80-2000	Vertical	1, 3, 10
80-2000	Horizontal	1, 3, 10

Modulation	Result
AM 80%(1kHz) sinusoidal,PM1Hz	pass
AM 80%(1kHz) sinusoidal,PM1Hz	pass

표 4. 급속과도내성 시험 결과
Table 4. Test Result of Electrical fast Transient/burst Immunity

Port	Voltage	Coupling
DC Power Port	1kV	Clamp

Inject Time	Result
144sec	pass(A)

표 5. 서지내성 시험 결과
Table 5. Test Result of Surge Immunity

Port	Voltage	Coupling
Line	0.5, 1kV	Direct

Inject(count/min)	Result
5times/5min	pass(A)

서지내성 시험은 수십 μ s의 펄스폭을 갖는 서지를 인위적으로 발생시켜서 불꽃감지기에 인가하여 오동작여부를 시험하는 것으로 규격 EN 61000-4-5에 따른다. 즉 Lighting Surge Simulator(Model : LSS-6030)에서 발생된 전압 0.5, 1kV를 불꽃감지기 전원단자에

1분 1회씩 5회 인가한 시험에서 표 5와 같이 정상적으로 동작함을 확인하였다.

전도성 RF 전자기장내성시험은 주파수 0.15~100MHz의 전자파 노이즈를 불꽃감지기의 전원선에 인가하여 시험하는 것으로 규격 EN 61000-4-6에 따른다. 즉 Continuous Wave Simulator 80W(Model : CWS500CSI)에서 발생된 전압 10V를 1kHz 사인파로 80%의 진폭변조를 하여 3초 동안 전자파 전도 노이즈를 인가한 시험에서 표 6과 같이 정상적으로 동작함을 확인하였다.

표 6. 전도성 RF 전자기장 내성시험 결과
Table 6. Test Result of Conducted Immunity

Port	Frequency MHz	Coupling
DC Power Port	0.15-100	CDN(M2)

Modulation	Result
AM 80%(1kHz) sinusoidal PM1Hz	pass

4. 결 론

본 논문에서는 전자파 발생의 주원인인 고주파 신호 경로의 루프영역을 6.3cm² 이내가 되도록 2개의 PCB 기판을 적층으로 설계하고, 증폭기 차폐와 마이크로프로세서 스위칭 제어회로의 동작전류는 최대 90mA로, 입력 전압 DC 5V로 소전력으로 동작하게 설계하였다. 또한 시간적으로 변화하는 전자기장 공간에서 발생하는 전자파 방사 노이즈의 발생을 최소화 하기위하여 입력전원 보호회로, 전류출력 보호회로 및 정전압회로를 개발한 결과 전자파방사에 대한 EN규격의 한계값과 규격요구 상한값의 62.8%와 76.2% 이내로 되었고 목표값에 대한 여유(Margin)의 비율인 여유도도 최소 각각 32.4%와 40.5%로 방사전자파가 획기적으로 감소되었다.

전자파내성을 제고하기 위하여 전원 및 신호전달부에 페라이트 비드와 전자파 노이즈 저감 필터 및 시스템 접지를 적용함으로써 정전기방전내성, 방사성 RF 전자기장내성, 급속과도현상내성, 서지내성, 전도성

RF 전자기장내성 모두가 EN규격을 만족함을 공인 인증기관의 시험을 통하여 확인하였다.

References

- [1] Christos Christopoulos, "Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility", 1995, CRC Press.
- [2] Dong il, Kim, "Electromagnetic Compatibility" 2008, Hong Rung Science Press.
- [3] European Standard EN54-10, "Fire Detection and Fire Alarm Systems, Part10: Flame Detectors-Point Detectors", 1996.
- [4] David Morgan, "A hand book for EMC testing and measurement" IEE, 1994.
- [5] M. Lutz, "Electrical fast transient IEC 801-4, suceptibility of electronic equipment and system at high frequency and voltage", IEEE EMC Syposium pp.189-194, 1992.
- [6] Min Ho Baik, Jeong Ho Kim "Study on the Disaster Prevention System for Wooden Cultural Assets Using USN -Focusing on the System Checking the Malfunction of Flame Detector" Korean Society of Hazard Mitigation Vol.10 No.5 2010년 10월 pp.49-54 1738-2424.
- [7] Hyun Seon Song, Yeu Yong Lee "A Study on Signal Circuit of the Triple Pyroelectric Infrared Flame Detector" Journal of the Korea Institute and Electrical Installation Engineers, 2010, Vol. 24 No. 12, pp. 201-207.
- [8] Hyun Seon Song, Yeu Yong Lee "A Study on Signal Circuit of the Self Diagnosis Type Triple Infrared Flame Detector" Journal of the Korea Institute and Electrical Installation Engineers, 2013, Vol. 27 No. 10, pp. 69-74 Peter R. Boyce, Human Factors in Lighting, 2nd Edition, Lighting Research Center, 2003.

◇ 저자소개 ◇



송현선(宋賢善)

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



이의용(李吉鏞)

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