

EMC 설계 • 대책보고서

(소방관련 연기식 감지기)



한 국 전 파 진 흥 협 회
E M C 기 술 지 원 센 터

1. 제품사진



그림 1. 제품 전면



그림 2. 제품 후면

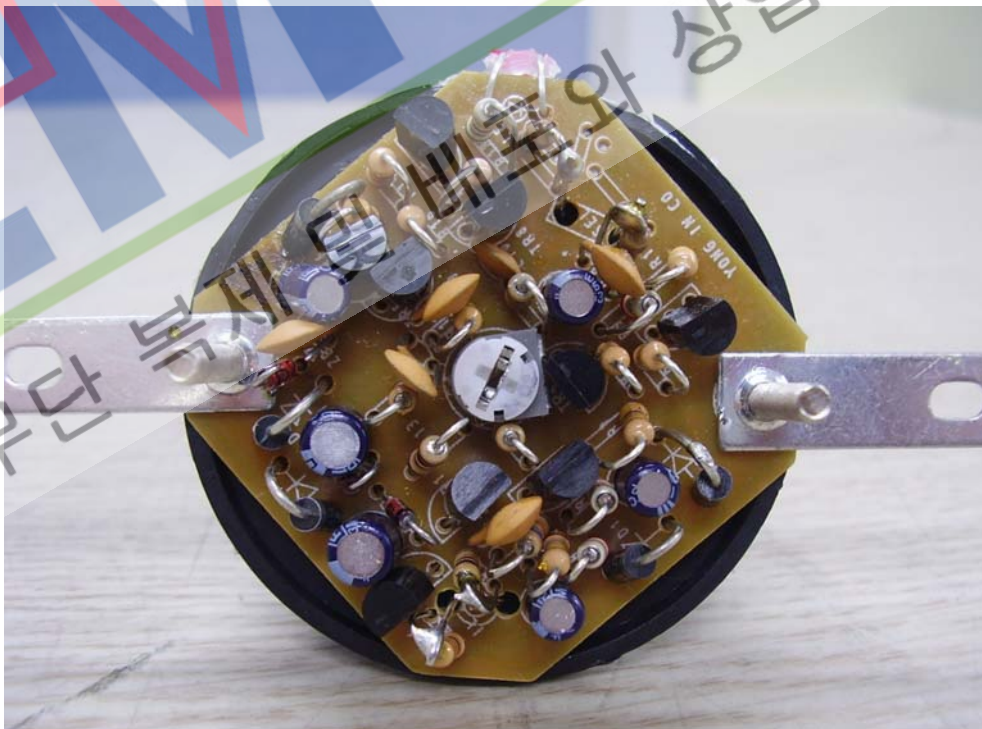


그림 3. 제품 내부(Top Side)

2. 제품의 기술적 사양

소방관련 연기식 감지기로서, 화재 시 발생하는 연기를 감지하여 감지된 신호를 P형 1급 수신기에서 검출하여 화재표시등 해당지구 표시등이 점등되며, 주경종과 지구경종을 울려서 화재사항을 알린다.

2.1 동작 원리

- 전원부 및 도통부

무 극성용 브리지 다이오드에 의하여 수신기 Relay를 통한 24V가 제너 다이오드에 의한 정전압과 잡음 방지용 필터 C1과 C12에 의하여 전원이 가해진다. 브리지 다이오드를 통한 전원은 정전압 12V가 항상 외부전압 변동과 관계없이 발진부와 증폭부로 12V가 인가 된다.

- 펄스 발진부

충·방전 회로이다. 커패시터에 충전된 전압이 트랜지스터의 베이스에 가해지면 충전되었던 전류가 외선 LED를 점등 시키며 방전하게 된다. 펄스 주기는 3~4초이다.

- 신호 증폭 및 비교부

연기 입자에 의한 반사된 적외선이 광전 소자 ST에 의해 검출된 미세한 신호를 증폭하여 감도를 조정하게 된다. 필터 작용을 통해 궤환을 걸어 동작을 안정시킨다. 펄스 발진부의 펄스가 신호를 비교하여 도통부로 전해진다.

3. 전자파 문제 사전 검토 및 문제 제기

- 감지기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFFIS 0301)

(1) 전자파방사내성시험

가. 주파수 범위 : 80 MHz ~ 1000MHz

나. 진폭 변조 : 80 % AM(1KHz)

다. 전계 강도 : 10V/m

라. 시험방법은 IEC 61000-4-3 의 기준에 따르며 시험레벨은 3을 적용한다.



(2) 전자파 전도 내성시험

가. 주파수 범위 : 150 KHz ~ 100MHz

나. 진폭 변조 : 80 % AM(1KHz)

다. 전계 강도 : 140 dBuV(10V)

라. 시험방법은 IEC 61000-4-6의 기준에 따르며 시험레벨은 3을 적용한다.

(3) 정전기방사 내성시험

가. 인가전압

① 접촉방전 : 2, 4, 6 kV

② 기중방전 : 2, 4, 8 kV

나. 인가부위

① 접촉방전 : 방전전극을 외함에 접촉한 상태로 방전

② 기중방전 : 방전전극을 외함에 근접시킨 공기 중에서 방전

다. 극성 : +, -

라. 전압인가 회수 및 간격 : 1초 이상의 간격으로 각 10회 인가

마. 시험방법은 IEC 61000-4-2의 기준에 따르며 시험레벨은 3을 적용한다.

(4) 전기적 빠른 과도현상 내성시험

가. 시험전압

① AC 주 전원선 : 0.1, 1, 2 kV

② 기타 전원선/신호선 : 0.25, 0.5, 1 kV

나. 극성 : +, -

다. 각 전압 및 극성의 적용횟수 : 1

라. 시험지속시간 : 1분

마. 시험방법은 IEC 61000-4-4의 기준을 따르며 시험레벨은 3을 적용한다.

(5) 서지 내성시험

가. 인가전압

① AC 주전원선 : 전원선간 : 0.5, 1 kV

전원선 과 접지간 : 0.5, 1, 2 kV

② 기타 전원선/신호선 : 전원선 또는 신호선과 접지간 : 0.5, 1 kV

나. 극성 : +, -

다. 전압인가 회수

- ① AC 주전원선 : 20회
- ② 기타 전원선/신호선 : 5회

라. 시험방법은 IEC 61000-4-5의 기준에 따르며 시험레벨은 3을 적용한다.

상기 규격에 대한 Pre-test 결과 전자파 방사내성 시험, 전자파전도 내성시험 전기적 빠른 과도현상 내성시험에서는 오 동작이 발생하지 않았으며, 정전기 방사내성시험에서는 접촉방전 6 kV에서 동작상의 에러가 발생하였으며, 서지 내성시험에서는 DC 전원 입력라인에 100 V 인가 시 부품이 파손되는 현상이 발생하였다.

4. 노이즈/EMC 문제 분석

4.1 초기 제품의 시험결과

- (1) 전자파 방사내성 시험, 전자파 전도내성 시험, 전기적 빠른 과도현상 내성시험: Pass
- (2) 정전기 방사내성시험, 서지 내성시험 : **Fail**

4.2 Coupling 노이즈 분석

- 정전기 방사 내성시험

제품에서 보면 연기를 감지하기 위한 Aperture 내부에 먼지나 오물을 Filtering하기 위한 금속 그물 망으로 정전기가 Coupling되어 에러 발생



- 서지 내성시험

DC 전원 선으로 서지 인가 시 입력부에 있는 제너 다이오드 파괴되는 현상 발생.

5. EMC를 고려한 설계·대책 및 결과

5.1 회로 부품 변경 및 수정사항

5.1.1 기구 물 수정

정전기 시험장비의 Tip이 EUT의 그물 망에 접촉되지 못하도록 Aperture Size를 작게 수정하였다. (연기를 감지하기 위한 Aperture의 면적은 동일하게 유지하며, Aperture 개수를 증가시키고, Size를 작게 수정 하여 인체에서 발생하는 정전기가 그물 망으로 방전되지 않도록 설계 수정 요망.)



5.2 System 측면의 추가 및 수정사항

5.2.1 부품 추가

DC 입력포트에 대한 서지 대책을 위하여, 전원 양단에 병렬로 Varistor 삽입 및 서지 전압에 대한 전류를 줄이기 위하여 전원라인에 직렬로 저항 삽입.

5.2.2 변경 후 발생할 현상 제시

변경된 회로에서 DC 입력라인에 서지가 인입되면 바리스터가 동작하여 후단의 회로를



보호하게 되는데, 규격에서 요구하는 레벨 이상의 서지 전압이 Coupling되면 바리스터가 파괴되는 현상이 발생할 수 있다. 파괴 시 Short되는 경우와 Open되는 경우가 생기게 되는데, Open이 되면 문제가 없는데 반해 Short시에는 수신기의 고장을 초래할 수 있으므로 감지기 입력부나 수신기 출력부에 Fuse를 삽입하는 것이 바람직하다고 사료된다.

5.3 EMC를 고려한 Board 수정사항

서지 내성시험에 대한 대책으로 감지기 입력 양단에 직렬로 저항을 삽입하고, 병렬로 Varistor를 삽입해야 한다.

5.4 제품의 대책 전 • 후 결과

5.4.1 대책 전 시험결과

감지기 입력라인에 서지를 인가하면 ZD1이 파괴되는 현상이 발생 하였음.

5.4.2 대책 후 시험결과

감지기 입력라인 양단에 직렬저항, 병렬로 Varistor를 삽입 후 서지를 인가하면 부품의 파괴 없이 정상동작상태를 유지함.

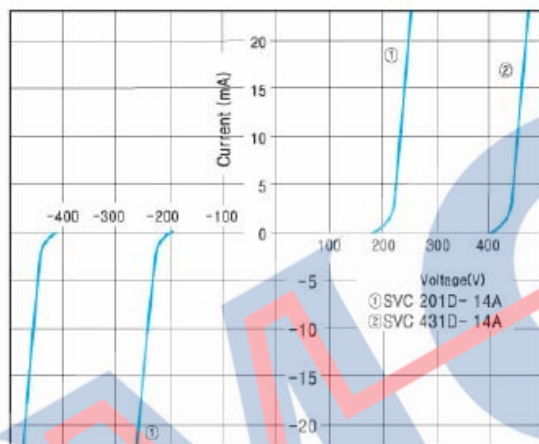
5.5 대책 적용 부품에 대한 DATA SHEET

SVC Varistors Type

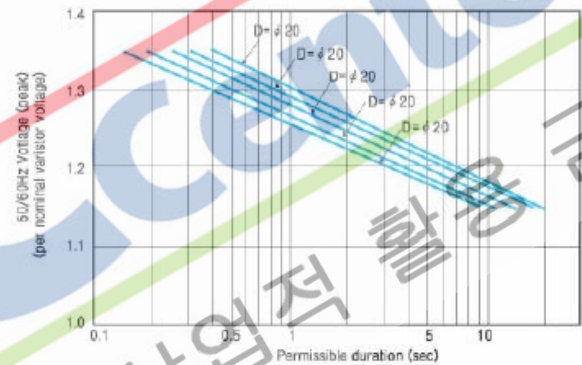
SVC Characteristic Curves

V - I Curve

- Small - current region of V - I curve

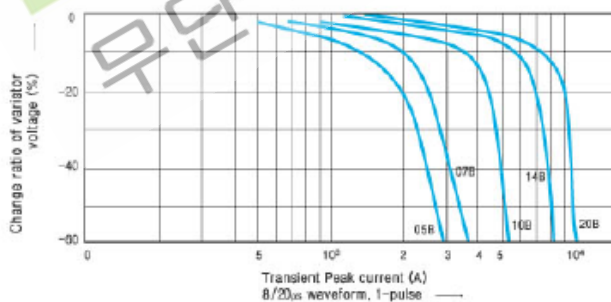


- Temporary power frequency over voltage capability



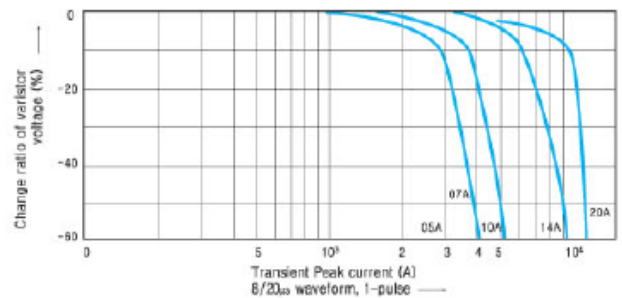
B Type

- Withstand discharge impulse current characteristics(Typical)



A Type

- Withstand discharge impulse current characteristics(Typical)





Specification

Device Type	Chip Element Size	Maximum Ratings					Characteristics					
		Applied Voltage		Transient			Nominal Varistor ④ Peak Voltage			Max. Clamping ⑤ Voltage @ Test Current(8/20μs)		Typical Capacitance
		RMS 50/60Hz (25℃)	DC (25℃)	Energy ②	Average Power Dissipation	Peak ③ Current (8/20μs)						
	Dia (mm)	Vacm (Volts)	Vdcm (Volts)	Wtm (Joules)	Ptcm (Watts)	Itm (Amps)	Vnom (Volts)	Tolerance Min.(Volts) Max.(Volts)		Vc (Volts)	Ip (Amps)	f=1kHz (pF)
SVC 180D-05B	5			0.3	0.01	125				40	1	1700
SVC 180D-07B	7			0.8	0.02	250				36	2.5	3500
SVC 180D-10B	10	11	14	1.5	0.05	500	18	16	20	36	5	7000
SVC 180D-14B	14			3.5	0.1	1000				36	10	1400
SVC 180D-20B	20			10.0	0.2	2000				36	20	28000
SVC 220D-05B	5			0.4	0.01	125				48	1	1200
SVC 220D-07B	7			0.9	0.02	250				43	2.5	2500
SVC 220D-10B	10	14	18	2.0	0.05	500	22	20	24	43	5	5000
SVC 220D-14B	14			4.0	0.1	1000				43	10	11000
SVC 220D-20B	20			13.0	0.2	2000				43	20	22000
SVC 270D-05B	5			0.5	0.01	125				60	1	1100
SVC 270D-07B	7			1.0	0.02	250				53	2.5	2000
SVC 270D-10B	10	17	22	2.5	0.05	500	27	24	30	53	5	4500
SVC 270D-14B	14			5.0	0.1	1000				54	10	9000
SVC 270D-20B	20			15.0	0.2	2000				53	20	18000
SVC 330D-05B	5			0.6	0.01	125				73	1	1000
SVC 330D-07B	7			1.2	0.02	250				65	2.5	2000
SVC 330D-10B	10	20	26	3.0	0.05	500	33	30	36	65	5	4000
SVC 330D-14B	14			6.0	0.1	1000				65	10	8000
SVC 330D-20B	20			20.0	0.2	2000				65	20	16000
SVC 390D-05B	5			0.8	0.01	125				86	1	800
SVC 390D-07B	7			1.5	0.02	250				77	2.5	1600
SVC 390D-10B	10	25	31	3.5	0.05	500	39	35	43	77	5	3200
SVC 390D-14B	14			7.0	0.1	1000				77	10	6500
SVC 390D-20B	20			24.0	0.2	2000				77	20	13000
SVC 470D-05B	5			1.0	0.01	125				104	1	700
SVC 470D-07B	7			1.8	0.02	250				93	2.5	1400
SVC 470D-10B	10	30	38	4.5	0.05	500	47	42	52	93	5	2800
SVC 470D-14B	14			8.5	0.1	1000				93	10	5500
SVC 470D-20B	20			30.0	0.2	2000				93	20	11000
SVC 560D-05B	5			1.0	0.01	125				123	1	600
SVC 560D-07B	7			2.2	0.02	250				110	2.5	1300
SVC 560D-10B	10	35	45	5.5	0.05	500	56	50	62	110	5	2500
SVC 560D-14B	14			10.5	0.1	1000				110	10	5000
SVC 560D-20B	20			35.0	0.2	2000				110	20	10000
SVC 680D-05B	5			1.2	0.01	125				150	1	500
SVC 680D-07B	7			2.5	0.02	250				135	2.5	1000
SVC 680D-10B	10	40	56	6.5	0.05	500	68	61	75	135	5	2000
SVC 680D-14B	14			12.0	0.1	1000				135	10	4000
SVC 680D-20B	20			40.0	0.2	2000				135	20	8000
SVC 820D-05B	5			1.7	0.1	400				145	5	400
SVC 820D-07B	7			3.5	0.25	1200				135	10	800
SVC 820D-10B	10	50	65	8.0	0.4	2500	82	74	90	135	25	1500
SVC 820D-14B	14			14.0	0.6	4500				135	50	3000
SVC 820D-20B	20			27.0	1.0	6500				135	100	6000
SVC 101D-05B	5			2.0	0.1	400				175	5	350
SVC 101D-07B	7			4.0	0.25	1200				165	10	700
SVC 101D-10B	10	60	85	10.0	0.4	2500	100	90	110	165	25	1500
SVC 101D-14B	14			18.0	0.6	4500				165	50	3000
SVC 101D-20B	20			30.0	1.0	6500				165	100	6000

6. 시험에 따른 설계·대책 측정결과 및 분석

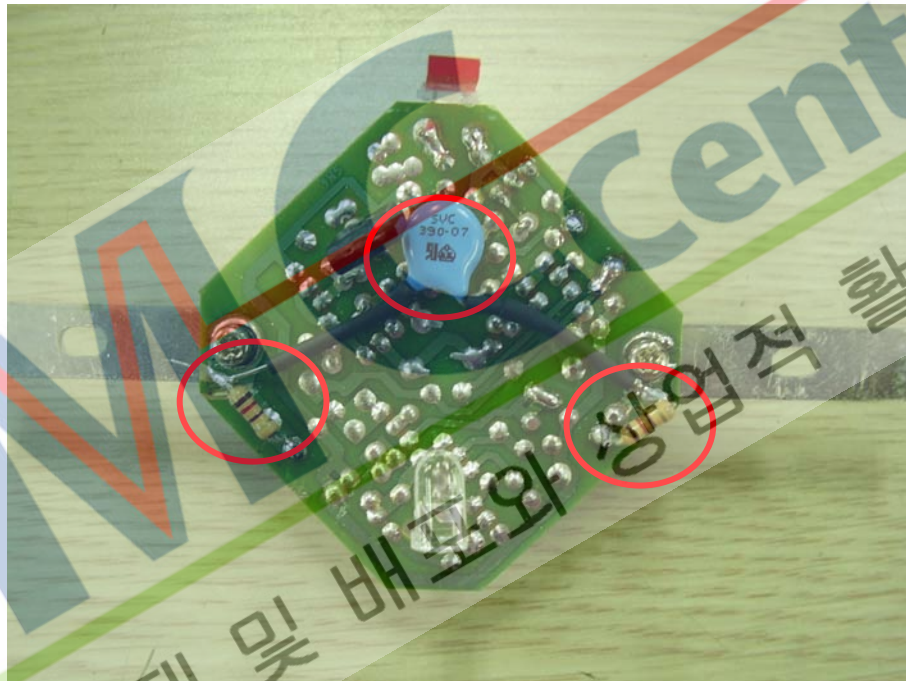
6.1 설계·대책 전 데이터 : EMS 시험 시 제품의 정상동작 유무 육안검사.

6.2 설계·대책 후 데이터 : EMS 시험 시 제품의 정상동작 유무 육안검사.

7. 설계·대책 Design Rule

7.1 설계 대책

DC 입력 단에 서지 내성에 대한 보호회로가 삽입되지 않아서, 아주 낮은 서지전압만 인가하여도 제너 다이오드가 파괴되는 현상이 발생하였다. 이에 대한 대책으로 39 V 에서 동작하는 Varistor 를 DC 양단에 삽입하여 서지 전압 인가 시 Varistor 가 동작하여 후단 회로를 보호할 수 있도록 설계하였고, 서지전류에 대한 대책으로는 DC 입력 단에 직렬로 저항을 삽입하여 저항에서 전류가 소모되도록 하였음.



7.2 DESIGN Rule

Design Rule	내용
필터설계와 종단 임피던스	AC 전원용 필터는 전원주파수에 대해서는 감쇄현상 없이 통과시켜야 하며 동시에 전원주파수에 비해 상대적으로 고주파인 노이즈는 많이 감쇄 시키도록 설계되어야 한다. 이렇게 필터의 효과를 최대로 하려면 Source와 Load의 임피던스를 정확히 알아야 한다.
AC 전원용 필터	디퍼런셜 모드의 노이즈 전류를 제거하기 위해서는 X-Cap.을 사용한다. X-Cap.은 안전규격을 만족하기 위해 반드시 규격 승인품을 사용



	해야 한다. 코몬모드 노이즈 전류를 제거하기 위해서는 코몬모드 쇼크 코일과 Y-Cap.을 사용한다. 이때 Y-Cap.은 리드의 인덕턴스를 최소로 할 수 있도록 가능한 짧게 낮은 임피던스를 갖는 GND에 연결해야 한다. Y-Cap.의 용량값은 안전규격을 고려해서 사용해야 한다.
2차측 정류다이오드와 RC스너버회로	다이오드의 역회복 시간에 단락전류가 흐르는데 이 단락전류가 스위칭 트랜스포머와 전기장필드 커플링을 통해 코몬모드 노이즈를 방출한다. 이를 방지하기 위해 정류 다이오드에 CR 스너버나 단락전류 방지용 코일을 사용한다.
SEAM 접촉저항을 낮게 유지	각 이음매의 접촉저항을 실질적으로 가장 적게 하는 것이 실딩 효과를 확실하게 하는 가장 좋은 방법이다. 금속간의 접촉에서 접촉저항에 영향을 끼치는 4가지 요소는 압력, 물질, 접촉면, 부식 등이라 할 수 있으며, 경제성을 고려해서 이음매의 표면은 낮은 표면저항을 갖고 있는 물질을 선택해야 한다.
RC 스너버회로	스위칭 TR의 링킹 성분을 제거하기 위해 사용되는데, 일반적으로 RC 회로가 사용된다. RC의 용량값은 낮은Q값을 갖도록 설정하여야 하는데, 일반적으로 AC 100V인 경우 $C=470\text{pF} \sim 2200\text{pF}$, $R=15\text{ ohm} \sim 100\text{ ohm}$ 로하며, AC220V의 경우에도 손실 억제에 위해 100pF이하의 C 용량이 권장된다. RC 용량이 큰 경우 스위칭 TR의 Turn On시 스너버 회로에 축적되어 있는 에너지를 방전하기 때문에 전력손실을 발생하여 효율을 저하시키는 원인이 되는 경우도 있다.

8. 종합적인 기술지원 내용 분석

감지기는 DC 24 V로 동작하는 소형 제품으로 단면 PCB로 구성되어 있으며 연기를 감지하는 센서부분으로 인입되는 먼지나 오물을 Filtering 하기 위한 Conductive 재질의 그물망이 설치되어 Floating되어 있다. 정전기 방전 시 Noise Pass 경로를 구축하기가 어려운 구조로 되어 있어서, 기구적인 대책으로 Aperture Size를 줄여서 Conducted Material이 Touch되지 않도록 기구를 수정하여야 하며, DC Input Line에 서지 인가 시 입력측에 있는 제너 다이오드가 파괴되는 현상이 나타나고 있어, 이에 대한 대책으로 라인 양단에 Varistor를 삽입하고 서지 전류에 대한 대책으로는 라인에 직렬로 저항을 삽입하였다.

9. 향후 제품설계에 반영되어야 할 방향

제품 설계 시 입력 단에는 서지에 대한 보호회로를 반드시 삽입하여야 하며, 정전기 대책으로 기구를 수정하는 방법을 채택하였는데, 기구 수정이 어려우면 Filtering 부품의 재질을 비 전도성 재질로 선택하는 방법을 고려하는 것도 한 가지 방법이라고 할 수 있겠는데, 제품 설계 초기에 이러한 사항들을 고려하여 설계되어야 하겠다.

EMC Center
무단 복제 및 배포와 상업적 활용 금지