



서지보호장치(SPD)의 선정 및 적용(5)

이기홍 <토지주택연구원 건설환경연구실>

지난 호에 이어 통신 및 신호회로용 SPD의 선정 및 적용에 관한 기술을 연재합니다. 이번 호에는 통신용 서지보호장치소자(SPDC)의 동작 특성에 관한 내용을 KS 중심으로 소개해드립니다.

1. 통신 및 신호회로용 SPD의 종류와 특징

2013년 3월호 게재

2. 통신용 SPD 소개(SPDC)의 종류별 동작 특성

통신용 SPD에 사용되는 소자(SPDC : Surge Protective Device Component)의 종류별 동작 특성을 전압제한형소자와 전류제한형 소자로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

2.1 전압제한형소자

2.1.1 전압클램핑형소자

병렬접속형 클램핑 SPD구성요소는 그림 1과 같이 전류를 전환하기 위해 저임피던스 경로를 제공하여 일정한 전압을 초과하는 과전압을 제한하는 비선형 소자이다.

이러한 전압클램핑형소자는 금속산화물배리스터(MOV)와 실리콘 반도체들이 해당한다.

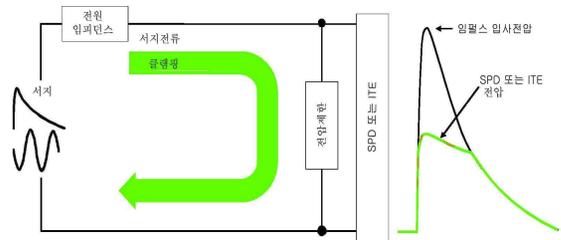


그림 1. 전압클램핑형 소자의 동작

① 금속산화물 배리스터(MOV)

금속산화물배리스터(metal oxide varistor : MOV)는 금속 산화물로 만든 비선형 저항이다. 전압제한 범위 대부분에서, MOV의 전압은 전류의 증가와 더불어 비선형적으로 증가한다. 그러나 가장 높은 전류 레벨에서는 재료체적(material bulk)저항이 지배적이며, 실질적으로 선형 특성을 나타낸다.

MOV는 응답시간이 짧으므로 빠르게 상승하는 과도전압을 제한하기에 적합하다. MOV는 또한 높은 열용량을 가지며, 많은 에너지를 흡수할 수 있다. 정격임펄스전류에 많이 노출되거나 소자의 정격을 초과하는 임펄스전류에 몇 번 노출되면 MOV의 성능은 저하한다. 이러한 성능저하는 U_c 가 감소하는 것으로

나타나므로 이들 소자를 적용할 때 고려해야 한다.

MOV소자는 높은 정전용량을 가진다. 이 특성 때문에 일부 고주파수에서 사용이 제한된다.

② 실리콘 반도체

실리콘 반도체소자는 단층 또는 다층 PN접합으로 이루어진다. 일반적으로 이들 SPD소자는 비교적 낮은 에너지 처리용량을 가지고 온도에 민감하다. 그것은 빠른 전압제한특성이 요구되는 경우에 사용되고, 1V나 그 이상의 전압제한 값을 제공할 수 있다.

(a) 순바이어스 PN접합

순바이어스 PN접합은 약 0.5V의 순방향 전압(V_f)를 가진다. 전압제한 범위의 대부분에 걸쳐서 다이오드 전류는 공급전압의 증가에 따라 급격히 증가한다. 대전류 조건에서 순방향 전압(V_f)은 10V 또는 그 이상으로 증가한다.

빠르게 상승하는 인가전압의 조건에서 다이오드는 약간의 전압오버슈트를 나타낸다. 이 오버슈트(순방향 회복전압 V_{fm})는 대전류 순방향 전압보다 더 높아질 수 있다. 순바이어스 극성에서 다이오드는 비교적 큰 커패시턴스를 가진다. 이 커패시턴스는 신호레벨과 DC바이어스 레벨에 의존한다. 만약 다이오드가 역바이어스로 사용되면 커패시턴스는 감소한다. 동작 전압을 높이기 위해 직렬로 접속된 이들 소자의 조립은 직렬접속 때문에 또한 커패시턴스가 상당히 감소한다.

(b) ABD

사태파괴소자(avalanche breakdown device : ABD)는 문턱전압(threshold voltage) 또는 파괴 전압이 약 7V 이상의 범위인 역바이어스 PN접합소자이다. 대부분 동작전류범위에 걸쳐 전형적인 ABD 단자전압은 전류에 따라 거의 변하지 않는다.

ABD는 응답시간이 짧으므로 빠르게 상승하는 과도전압을 제한하기에 적합하다. ABD의 정전용량은 절연파괴전압에 반비례하고, 또한 신호전압이든 직류

운전전압이든 인가전압에 반비례한다.

단일접합 ABD는 단방향이다. 양방향 소자를 만들기 위해서 두 개의 ABD를 역직렬로 접속한다. 어느 극성에서든 이 소자는 순바이어스 다이오드와 직렬로 접속된 ABD처럼 동작한다. 이들 두 소자는 칩형태로 단일 PNP 또는 NPN구조로 통합할 수 있다.

(c) 제너다이오드(Zener Diode)

제너파괴메카니즘으로 동작하는 역바이어스 PN접합은 약 2.5V에서 5V의 절연파괴전압을 가진다. ABD와는 다르게 제너소자의 단자전압은 전류에 따라 상당히 증가한다. 이러한 증가는 절연파괴전압의 두 배만큼 높아질 수도 있다.

(d) 관치스로(관통)다이오드

관통다이오드(Punch-through diode)는 NPN 또는 PNP 구조이며, 두 PN접합의 공간전하 영역 사이의 도전성을 얻기 위해 인가전압의 증가에 따라 중심영역 공핍층이 넓어지는 것을 이용한다. 1V 정도의 낮은 절연파괴전압이 가능하다. 관통다이오드는 저전압, 작은 정전용량으로 제너다이오드의 대체물로 사용되고 있다.

(e) 폴드백다이오드

폴드백(Foldback)이란 전압이나 전류가 증가하여 어떤 임계점에서 도달하면 이들이 다시 감소하는 현상을 말한다. 따라서 폴드백다이오드(Foldback diode)는 어떤 임계점에서 전압제한특성이 발생하도록 트랜지스터작용을 이용한 NPN 또는 PNP구조의 다이오드이다. 한번 절연파괴전압에 도달하면 단자전압은 전류의 증가에 따라 절연파괴전압의 약 60%까지 급격히 떨어진다. 더 큰 전류에서 소자의 전압은 증가한다. 같은 절연파괴전압을 갖는 ABD와 비교하면 폴드백다이오드의 제한전압이 낮다.

2.1.2 전압스위칭형 소자

전압스위칭형소자는 전류를 전환하기 위해서 그

림 2와 같이 저임피던스 경로를 제공함으로써 주어진 전압을 초과하는 과전압을 제한하는 비선형 요소이다.

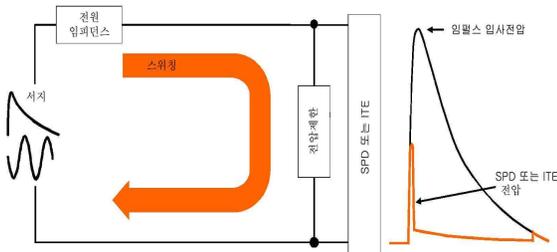


그림 2. 전압스위칭형 소자의 동작

① 가스방전관(GDT)

가스방전관은 1mm 이하 정도의 공백으로 분리된 둘 이상의 금속전극으로 구성되며, 세라믹 또는 유리관에 장착한다. 대기압보다 높거나 낮은 압력으로 불활성 혼합가스를 내부에 채운다. 공백 양단의 서서히 상승하는 전압이 주로 공백간격, 가스압력과 혼합가스에 결정되는 어느 값에 도달할 때 이온화 과정이 시작된다. 이 과정은 전형적으로 30V 이하의 값으로 떨어지는 소자 양단의 잔류전압으로 전극 사이에서 아크의 형성을 빠르게 가져온다. 이런 과정이 발생하는 전압을 소자의 불꽃방전전압으로 정의한다.

가스방전관의 스위칭작용과 튼튼한 구조 때문에 전류통전용량은 다른 SPD 소자를 능가한다. 가스관의 많은 유형은 피크 10kA, 8/20 서지와 같이 큰 서지 전류를 쉽게 흘릴 수 있다.

가스방전관(gas discharge tube : GDT)는 일반적으로 2pF 이하의 매우 낮은 정전용량을 갖는 구조이다. 이것은 많은 고주파수회로 응용에 가스방전관을 이용할 수 있도록 한다.

GDT(가스방전관)이 동작할 때, 민감한 전자기에 영향을 줄 수 있는 고주파 방사를 발생시킬 수 있다. 그러므로 GDT회로는 전자기기로부터 어느 정도

떨어진 거리에 설치하는 것이 바람직하다. 이 거리는 전자기기의 민감도와 얼마나 잘 차폐되었는지에 의존한다. 이러한 영향을 피하기 위한 또 다른 방법은 차폐된 외함에 GDT를 설치하는 것이다.

② 에어갭

에어갭소자는 동작에 있어서 가스방전관과 유사하다. 차이는 구조이며, 이름이 의미하는 것과 같이 공극을 분리하는 가스가 대기라는 사실이다. 공극은 0.1mm 정도로 훨씬 좁고, 금속전극 대신에 탄소전극으로 되어 있다. 주위공기로부터의 먼지와 습기 및 아크 과정으로 발생한 흑연 먼지가 이 소자의 수명을 빠르게 단축하도록 결합한다. 또한 먼지 입자는 가변 저항이 되는 공백을 교락시킬 수 있으며, 통신선로에 잡음을 일으키게 된다.

대기압의 공기가 가스절연물로 사용되므로 이 소자의 실제 최저절연과과전압은 전형적으로 350V이다. 이에 비하여 가스방전관의 최저절연과과전압은 약 70V이다. 그러나 공백 간격이 짧으므로 임펄스 비 또는 절연과과전압에 대한 임펄스절연과과의 비는 가스방전관보다 공극이 더 작다. 수백만 개의 이런 소자가 오늘날 사용되고 있으며, 여전히 상당한 양이 생산되고 있다.

③ 정전압형 서지보호사이리스터 SPD(TSS)

정전압형 서지보호사이리스터(thyristor surge suppressor : TSS)는 문턱전압을 설정하기 위해서 내부 NP접합의 절연과과전압을 이용한다. 이 전압은 TSS제조과정 동안에 설정된다. 정해진 절연과과전류 이상에서 NPNP구조는 재생되고 저전압 조건으로 전환된다. 절연과과전압의 피크값을 절연과과전압 (V_{BO})이라 한다. 차단된 TSS에 대하여 보호되는 시스템에 의해 공급되는 전류는 보통 수백 mA로서 TSS 유지전류보다 낮아야 한다. 모든 TSS 파라미터는 온도에 민감하고 이 기술을 이용한 SPD를 적용할 때 고려하는 것이 바람직하다.

양방향 TSS 소자는 대칭 또는 비대칭이 될 수 있

다. 단방향 TSS 소자는 오로지 한 극성에서만 개폐된다. 다른 극성에서 만약 다이오드(PN접합)가 병렬로 통합되었다면 TSS는 전류 흐름을 차단하거나 큰 전류를 도통 시킨다. 이러한 단방향의 유형은 어떤 적용에 대하여는 이득이 된다.

TSS의 다층 PN접합은 보통 전체 정전용량을 수십 pF~수백 pF로 감소시킨다. 모든 PN접합소자와 마찬가지로, 정전용량은 직류바이어스와 신호의 크기에 의존한다. 절연과괴전압은 전류상승에 의존한다. 느린 상승률의 절연과괴전압 결정에는 상용주파수 전압을 사용한다. 빠른 상승률에 대한 임펄스절연과괴전압은 10%~20% 더 높아질 수 있다.

TSS가 동작할 때 민감한 전자기기에 영향을 끼치는 고주파 진동이 일어난다. 이러한 보호의 유형을 적용할 때 인접한 전자기기와의 결합이 최소가 되도록 주의하는 것이 좋다.

④ 게이트형 서지보호사이리스터(TSS)

게이트형 서지보호사이리스터(TSS)는 NPNP구조의 중앙 P 또는 N 영역에 게이트접속을 이용한다. 외부기준(reference)에 게이트를 접속하는 것은 TSS 문턱전압(threshold)을 비슷한 값으로 설정한다. 이러한 유형의 TSS는 과전압을 외부기준값에 근접하도록 제한하는 것이 바람직한 경우에 이용된다. 외부기준은 전자기기의 전원전압일 수 있다. P-게이트형은 음의 전압보호에 사용되고 N-게이트형은 양의 전압보호에 사용된다. 양방향과 단방향 소자로 이용될 수 있다.

2.2 전류제한형형 소자

2.2.1 전류차단 소자

전류차단 소자는 회로 전류를 정상적으로 통전시키는 직렬요소이다. 과전류조건에서 이 소자는 그림 3과 같이 회로를 개방하여 전류의 흐름을 차단한다. 이들 소자는 통상 기능을 회복할 수가 없다.

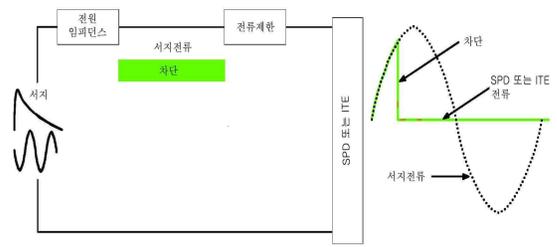


그림 3. 전류차단 소자의 동작

① 용단저항기(휴즈저항)

용단저항기는 과전류가 발생하면 녹아서 끊기는 기능을 결합한 선형 저항기이다. 용해기능은 저항기 기술에 직접 결합하나 성분과 결합한 별도 요소로 작용한다.

(a) 후막저항기)

이 소자는 세라믹기판 위에 저항성 통로를 증착하여 만든다. 저항값의 정확한 조절을 위해 레이저 다듬질이 사용된다. 어떤 경우에는 기판의 한 면에 평형선로에 적용하기 위해 정합된 두 전력용저항기를 만들고, 반대 면에 다른 시스템 적용을 위한 저항의 배열을 만들기도 한다.

후막 저항기의 배치와 열용량은 저항이 임펄스에너지에 민감하지 않다는 것을 의미한다. 이러한 소자는 주로 장시간 교류 과전류 조건에서 전류차단에 이용된다. 그것은 때때로 펄스 흡수저항기이라고도 한다.

교류 과전류 조건에서 발생한 열은 세라믹기판에서 심한 열적 경도를 일으킨다. 만약 이 열적 경도가 과도하게 되면 기판에 틈이 생기거나 부서지며, 전류 흐름을 차단하는 저항성 통로가 끊기게 된다.

어느 경우에는 장기간 용단전류특성을 줄이기 위해 직렬로 납과 주석의 합금인 열퓨즈 링크가 추가된다.

(b) 권선형 휴즈(용단 권선형)저항기

권선형 휴즈저항기는 금속 저항선을 세라믹 로드와 같은 권심에 감아서 일정한 저항값을 갖게 한 저항기

1) 지난 호(2013.3월호)의 표 1에서 ‘압막저항’을 ‘후막저항’으로 수정합니다.

이다. 따라서 정밀한 저항값을 갖는 저항기를 만들기 쉬울 뿐만 아니라 고온과 습도에도 우수한 특성이 있는 저항기를 만들 수 있다. 그러나 권심에 저항선을 코일처럼 감아서 만들기 때문에 코일에 의한 유도성분이 존재한다. 이 유도성분이 저항과 결합하여 고주파 필터로 작용하여 신호에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 중요한 신호를 전달하는 경우에는 유도성분을 제거한 무유도 저항기를 사용한다. 무유도 저항기는 코일 형태의 저항선에 의한 유도성분이 서로 상쇄되도록 감아 유도성분을 제거한 저항기이다.

② 퓨즈

퓨즈는 과전류에 대해 전기회로를 보호하기 위한 자동식 차단요소이다. 전류 흐름은 전류가 흐르는 퓨즈 선의 용해로 차단된다. 퓨즈의 용단은 과도전압을 발생시키기도 한다.

③ 열형 퓨즈(온도 퓨즈)

열형 퓨즈는 주위온도가 상승하면 전류를 차단함으로써 과부하에 대한 보호를 제공하며, 비복귀형과 복귀형이 있다.

2.2.2 전류저감소자

전류저감소자는 회로 전류를 정상적으로 통전시키는 직렬요소이다. 과전류조건에서 그림 4와 같이 소자의 저항을 증가시켜 전류 흐름을 줄인다.

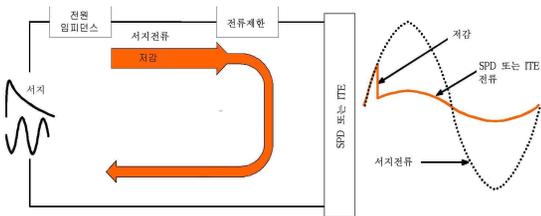


그림 4. 전류저감 소자의 동작

전류의 크기를 가감할 수 있는 소자로서는 써미스터(Thermistor)가 대표적이다. 써미스터는 Ther-

mal resistor의 합성어로서 온도에 따라 저항값이 변하는 소자를 말한다. 써미스터는 온도가 증가하면 저항값이 감소하는 NTC²⁾(Negative Temperature Coefficient Thermistor)와 반대로 온도가 증가하면 저항값도 증가하는 PTC(Positive Temperature coefficient Thermistor)가 있다. 이 중 PTC는 본체 온도가 특정 트립온도(전형적으로 130℃)이상으로 증가하면 PTC는 10의 수 배로 저항이 증가하는 저항성 요소이다. 기준온도(통상 25℃)로 냉각되면 트립 전의 저항과 비슷한 값으로 감소한다. PTC는 보통 직접 가열방식으로 이용된다. PTC를 통과하여 흐르는 회로 전류는 소자를 가열시키고 온도를 상승시킨다. 임펄스전류에 의한 가열은 보통 너무 작아서 PTC트립을 일으킬 수 없다. 전류가 클수록 트립되기까지의 시간(PTC 응답시간)은 짧아진다. 트립되었을 때 높은 PTC저항은 회로전류를 작은 값으로 줄인다. 만약 전원이 매우 높은 전압으로 되면 PTC는 고전압 저전류 트립조건을 지속한다. 교란전압이 소멸하면, PTC는 냉각되고 저저항으로 되돌아간다. PTC소자는 손상되지 않는 최대(트립되지 않는)돌입전류와 (트립되는)전압에 대한 정격으로 하며, 이 값을 넘으면 손상될 수 있다.

① 폴리머 PTC(고분자 PTC)

고분자 PTC는 전형적으로 통상 흑연성분인 도전성 재료와 고분자를 혼합하여 만든다. 이들은 보통 0.01Ω부터 10.0Ω의 저항으로 이용할 수 있다. 트립되지 않는 저항값은 온도가 상승해도 거의 일정하다. 트립과 냉각 후에 저항은 처음 값보다 10~20% 더 커진다. 트립 후에 PTC 저항 변동의 편차는 시스템 선로 평형값을 변동시킨다. 그러한 변동은 최소 평형 요건에 대하여 평가하는 것이 바람직하다.

고분자 PTC는 세라믹 PTC보다 열용량이 낮다. 이것은 고분자 PTC가 트립시간이 더 짧다는 것을

2) 원래는 미국 웨스턴사(社)의 제품명임.

의미한다.

② 세라믹 PTC

세라믹 PTC는 전형적으로 강유전성 반도체 재료로 만들어지고 10Ω에서 50Ω 사이의 저항에 이용할 수 있다. 트립되지 않는 온도범위 대부분에 걸쳐서 저항은 온도가 증가함에 따라 약간 감소한다. 트립과 냉각 후에 저항은 처음 값과 근접하게 되돌아오며 평형선로 적용에 적합하도록 정합세라믹PTC로 된다.

임펄스조건에서 세라믹 PTC 실효저항은 전압레벨의 증가에 따라 전류가 흐르지 않을 때 값의 70%까지 감소한다.

③ 전자식 전류제한기

전자식 전류제한기는 문턱전류(threshold current)까지의 전류레벨에 대하여는 작은 저항이며, 문턱전류 이후에는 고저항 상태로 전이된다. 일부 측면에서 이들 제한기는 PTC써미스터와 유사한 동작을 하지만 하나의 전자회로이며, 몇 가지 성능차이를 가지고 있다.

- 고저항 조건으로 유지하기 위해 전원이 필요 없고, 보호되는 ITE는 효과적으로 분리된다.
- 온도상승보다는 오히려 과전류에 의해 직접 활성화되므로 응답시간은 μs 시간이고, 전류감소는 임펄스와 교류서지 두 조건에서 모두 발생한다.
- 소자특성은 다중 서지에 의해 영향을 받지 않는다.
- 빠른 응답시간은 임펄스와 교류서지 조건에서 종속 SPD 사이 및 SPD와 ITE 사이의 자동적인 협조를 보장한다. 더욱이, 대지전위상승 서지의 전파가 차단된다.

주요 소자 파라미터는 정상상태에서의 저항, 문턱 전류, 응답시간과 고저항 조건에서 최대 내전압을 포함한다.

2.3 전류전환(분류) 소자

전류전환소자에서 전류의 전환은 그림 5와 같이 부

하 양단의 단락으로 일어난다. 동작은 소자의 온도상승 또는 부하전류검출로 일어난다.

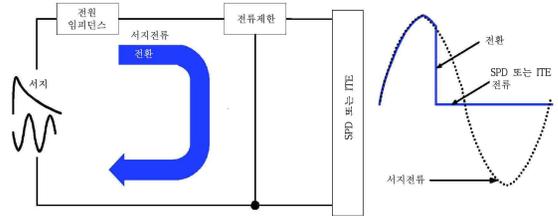


그림 5. 전류전환 소자의 동작

① 열코일

열코일(heat coil)은 보호되는 선로에 직렬로 놓여서 열적으로 활성화되는 기계적 소자이다. 이 적용에서 열 코일의 기능은 전류를 접지로 전환하는 것이다. 그렇게 하여 보호하고자 하는 기기로 전류가 흐르는 것을 막는다. 일반적으로 저항선의 코일과 스프링인 열원은 땀납이 녹을 때 대지로 접지접촉이 되도록 한다.

열원은 저항선 코일을 통해 흐르는 원하지 않는 선전류이다. 통신용 열코일의 저항은 보통 4.0Ω이고 21Ω과 0.4Ω도 또한 이용된다. 접촉배열은 열코일 접촉이 한 번 닫히면 전류가 직접 대지로 흐르고 코일을 우회하게 한다.

열코일은 보통 1번 동작하는 소자이다. 열코일을 포함한 SPD의 교체 이외에는 열코일의 선로의 동작 상태로 복구하는 방법이 없다. 열코일은 수동으로 다시 설치할 수 있게 되어 있으며 SPD의 교체는 필요하지 않다. 이들의 적용은 일반적으로 50Hz 또는 60Hz 전원계통으로부터 유도전류가 빈번한 장소로 제한된다. 또한 과전류에 의해 회로를 개방하는 전류 차단 열코일로 구성하는 것도 가능하다.

② 전류동작 게이트형 싸이리스터

전류동작형 TSS는 NPN구조의 중앙 P 또는 N 영역으로 만들어진 게이트접속을 가진다. 게이트와 게이트의 인접보호단자는 게이트를 통해 회로전류

가 흐르도록 하는 회로와 직렬로 접속된다. 스위칭과 이에 따른 전류전환은 회로 전류가 게이트전류 트리거값을 넘을 때 발생한다. 게이트와 인접 보호 단자 사이의 전위차는 트리거 전류값에서 약 0.6V이다.

실제로 게이트 전류 트리거값은 정상회로 전류보다 작다. 미리 트리거되는 것을 피하려고 개폐하는 회로 전류는 게이트와 특정 주 단자에 접속된 저저항(보통 1Ω에서 10Ω)을 통해 일부 전류를 우회시킴으로써 증가시킬 수 있다.

전류동작형 TSS소자는 전류의 단일 극성 또는 양 극성에 대하여 개폐할 수 있다. P게이트 TSS는 정게이트 전류에 의해서만 개폐될 수 있고, N게이트 TSS는 오직 부게이트전류에 의해 개폐될 수 있다. P게이트와 N게이트가 결합한 TSS는 양극성 게이트전류를 모두 개폐한다.

전류동작형 TSS는 고속 전류전환이 바람직한 경우에 이용된다. 한번 전류트리거 레벨이 넘으면 전류 전환은 수 μs 안에 일어난다. 과전류보호는 교류 과전류는 물론 뇌임펄스에 대해서도 이루어진다. 이 고속 전류전환은 항상 후속 부하와 자동으로 보호협조를 이룬다. 이들 전류동작형 TSS는 정전압 TSS 기능이 있고, 과전압과 과전류 보호를 결합하는 기능을 가진다.

③ 열형 개폐기(온도 스위치)

열형 개폐기는 전압제한소자(보통 GDT)에 설치된 열적으로 활성화되는 기계적 소자이다. 열형 개폐기는 전형적으로 복귀되지 않는 소자이다. 열형 개폐기로는 용융플라스틱절연체, 용융땀납펠릿(pellet), 단로기의 세 가지가 있다.

3. SPD의 용도별 분류 및 특징

일반적으로 통신시스템에서 사용하는 SPD를 용도별로 분류하고 그 특징을 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 용도별 SPD의 분류 및 특징

분류	설치 장소	특징 및 사양
통신회선 가입자용 SPD	가입자의 주택	· 3극 방전관, 후즈 등으로 구성 · 옥외사용방수구조 · 아파트에서는 고밀도 실장(10회선분 실장 등) · 과열방지를 단락구조로 설계(전력선 혼촉 시 등 대비)
통신회선 통신국사용 SPD	통신국사	· TSS만으로 구성 · 고속동작에 대응
CATV용 SPD	가입자 주택	· GDT 및 후즈로 구성 · 고주파특성 성능 향상 위한 정합회로 포함 · 옥외사용방수구조
LAN용 SPD	LAN 장치	· Cat5, 5e등을 위하여 삽입손실 등에 의한 신호로의 영향을 주지 않도록 설계 · GDT, TSS, ABD등을 이용해서 보호회로 구성
데이터용 SPD	공장	· 공장설비 중앙제어 등에 사용 · 다양한 정격전압 제품 · 전압보호레벨을 낮게 억제하고 주파수 성능을 확보

참 고 문 헌

- (1) KS C IEC 61643-22(통신망과 신호망 접속용 서지보호장치- 선정 및 적용지침), 2007.
- (2) 黒泥秀行, 木島 均, 最新の雷サ-ジ防護システム設計, 2006.

◇ 저 자 소 개 ◇



이기홍(李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대 공대 전기공학교육과 졸업. 1990년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년~현재 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원. 한국조명·전기설비학회 국제이사, 편수위원. IEC TC 81, MT 8 국제위원(Member). IEC TC 37/SC 37A/WG 3 & 4 국제위원(Member). IEC TC 37 국내전문위원회 위원장. IEC TC 64 & 81 국내전문위원. APL(아시아태평양 피뢰설비 국제 컨퍼런스) 한국위원장. APEI(아시아태평양 전기설비 국제 컨퍼런스) 한국위원장.

E-mail : lkh21@lh.or.kr