

## PCB 선로의 ESD 영향 및 측정법에 관한 연구

이관훈 · 황순미 · 송병석

전자부품연구원

### A Study on the ESD Effect and Measurement for PCB

Kwan-Hun Lee · Soon-Mi Hwang · Byoung-Suk Song

Korea Electronics Technology Institute

#### Abstract

Through the test of ESD(Electro Static Discharge) for PCB circuit, we are able to research on the ESD effect. This paper also studys on the ESD test method for measurement. In the measurement of the discharge current, we used current probe(TC-1). The applied voltage to the PCB metal is -3 kV HBM mode. In conclusion ESD influences exponentially greater impact in nearer PCB circuit.

Keyword : ESD, HBM, PCB circuit influence

## 1. 서론

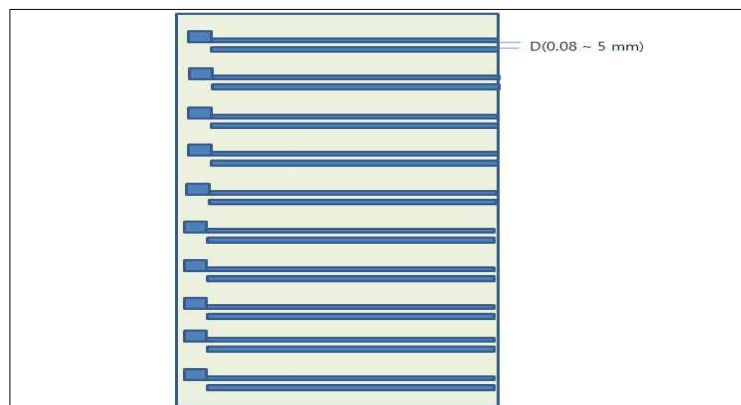
최근 전자 산업의 발전과 함께 인쇄회로기판(PCB)의 사용이 많아지고 있다. 또한, PCB 재료 및 PCB 배선의 종류도 다양해지고 있으며, 배선간 거리도 더욱 좁아지고 있는 추세다. 본 연구에서는 일반적인 전자제품에 대한 ESD 영향을 시험하는 국제 규격인 IEC-61000-4-2 규격에 의한 ESD 에너지가 인접 회로에 미치는 영향을 시험하였다[1]. 일반적으로 ESD 영향을 시험하는 방법은 인가된 ESD에 의한 전압 또는 전류 영향을 측정하는 것이다[2][3]. 또 다른 방법은 인가된 ESD 영향을 특정한 거리에서 전자기 필드(Electromagnetic field) 강도를 측정하는 것이다[4][5][6].

본 연구에서 사용한 PCB 재질은 FR4를 사용하였다. 본 연구에서는 서로 다른 배선 간격을 갖는 선로들 사이의 ESD 영향을 Capacitance coupling 관점에서 피크전류를 측정하여 상호 영향 정도를 시험하였다. 또한, nsec 단위의 순간적인 ESD 전류 파형을 측정하는 시험 구성을 소개한다.

## 2. 본론

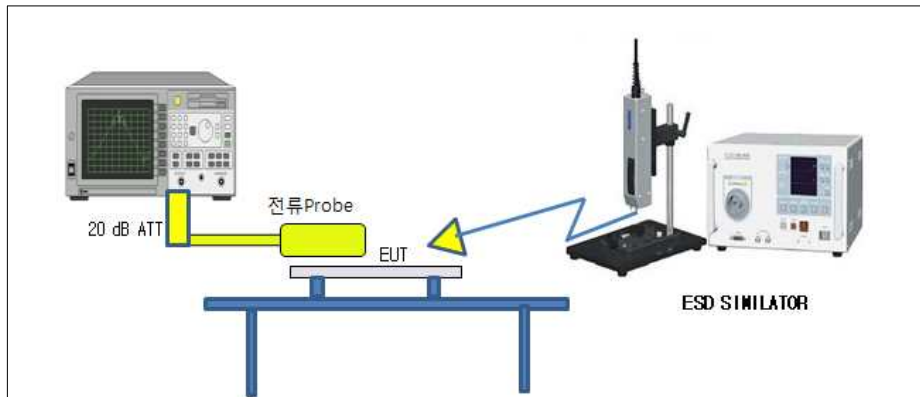
### 2.1 시험품 및 장비 구성

시험용 PCB는 본 시험을 위하여 특별히 제작한 시험품을 사용하였으며, PCB 재질은 RF4를 사용하였다. PCB 배선은 Cu와 Sn 두 종류를 사용하였으며, 배선의 두께는 Cu가 18  $\mu\text{m}$ , Sn은 Cu에 9.5  $\mu\text{m}$ 의 도금 배선을 사용하였다. 시험품의 배선 간격은 최소 0.08 mm부터 최대 5 mm까지 모두 10 단계로 구분하였으며, 배선의 길이는 10.3 cm이다. 시험품 구성은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 시험품

ESD 시험장비는 NoiseKen ESS-6008 Simulator를 사용하였으며, 사용한 Probe는 HBM 01-0054A를 사용하였다. 시험 구성은 <그림 2>와 같이 설치하여 표준 ESD Simulator로부터 생성된 과도전류(ESD)가 한쪽 배선에 인가될 경우 인접한 배선에서의 영향을 측정하였다.



<그림 2> 시험 구성도

## 2.2 ESD 시험 방법

본 연구의 시험 방법은 IEC-61000-4-2 규격의 제품 인증을 위한 시험법은 아니다. 단, 본 연구에서 사용한 ESD과형은 IEC-61000-4-2 규격의 표준 HBM ESD 모드로 Simulator를 통하여 시험품에 인가하였다. 시험 전압은 상호 인접한 배선 간격의 ESD 영향을 적정하게 파악할 수 있는 전압 레벨을 선정하였으며, 본 연구에서는 접촉방전으로 -3 kV를 사용하였다. 마이너스 전압의 사용은 특별한 이유가 없으며 측정의 편의를 위해서 사용하였다. 시험전압의 인가는 각 회로에 1회를 인가하였다. 인접 회로에서의 ESD 전류 과형은 +/- 침두 전류 (Ip-p)을 측정하였으며 시험을 위한 장비 구성은 다음과 같다.

- Probe(Tektronix CT-1)
- 과형측정기(Tektronix TDS 784A)
- 감쇄기(Attenuator, NoiseKen, Model A13020(20 dB 1W 50Ω))
- 환경조건 : 온도 26 °C, 상대습도 47.2 % R.H.

시험 절차는 <그림 2>와 같이 구성된 상태에서 시험품의 한쪽 배선에 -3 kV의 ESD를 인가하고 인접한 배선에서의 ESD 영향(인접 배선에 인가된 ESD의 Capacitance coupling 영향에 의한 ESD 전류과 전도)을 시험하였다.

본 연구에서는 인접 배선의 ESD 영향을 정밀하게 측정하기 위해서 전류측정법을(CT-1) 사용하였다. 이 방법은 일반적으로 ESD 과형을 교정하기 위해서 사용하는 정밀한 ESD측정법 중 하나이다. ESD 인가 포인트와 전류측정 포인트 간의 거리는 약 10 cm로 ESD 인가에 따른 CT-1에 직접적인 영향은 거의 없다.

### 2.3 ESD인가 및 인접 배선의 Capacitance coupling 영향

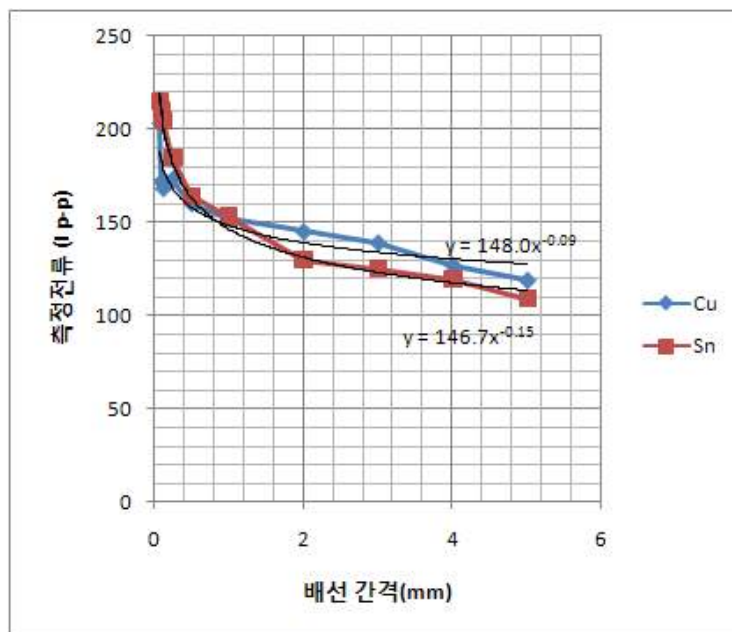
ESD 인가에 따른 Sample별 인접 효과에 의한 Capacitance coupling 영향은 <표 1>과 같다.

<표 1> ESD에 의한 Capacitance coupling 영향

배선간격(mm)	구분 인접 Capacitance coupling 영향(mA)	
	Cu	Sn
0.08	203	215
0.1	172	210
0.12	168	205
0.25	173	185
0.5	160	164
1	152	153
2	145	130
3	139	125
4	127	119
5	119	109

### 2.4 ESD에 의한 Capacitance coupling 영향 분석

PCB의 인접 배선에 대한 ESD 영향 시험 분석 결과는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 인접 배선의 Capacitance coupling 영향

분석 결과를 보면 PCB 배선 간격에 따라서 인접회로에 미치는 Capacitance coupling 영향은 거리에 반비례하여 지수함수적으로 영향이 커짐을 알 수 있다. 각 배선 가격과 Capacitance coupling 영향과의 관계식은 다음과 같다.

$$\text{Cu 배선} : y = 148 d^a$$

$$\text{Sn 배선} : y = 146.7 d^b$$

y : Capacitance coupling 영향(Ip-p)

d : 배선 간격(mm)

a : 정수(-0.09)

b : 정수(-0.15)

### 3. 결 론

통상적인 PCB의 배선 간격은 제품마다 상이하며, 최근에는 전자제품의 소형화에 따라서 배선 간격도 함께 좁아지고 있다. 본 연구에서는 PCB 소재 중 가장 많이 사용되는 FR4 PCB에서 서로 다른 간격을 갖는 Cu 및 Sn 배선에 대한 ESD의 Capacitance coupling 영향을 시험하였다. 시험 결과는 배선 거리에 반비례하여 2차함수적으로 영향이 커짐을 알 수 있었다. 또한 각 재료에 대한 비례 정수를 구하였다.

본 실험 결과는 특정한 실험실 환경(온도 26 °C, 상대습도 47.2 % R.H.)에서 진행된 결과로 일반적인 사용 환경에서의 ESD 영향과는 다소 차이가 있을 수 있다. 또한, ESD 영향을 작게 하기 위한 회피설계에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

- [1] IEC International Standard 61000-4-2, 2001
- [2] Takahiro Yoshida, Noriaki Masui(2008), A Study on Discharge Current and Radiation Noise of ESD from Charged Metal and Charged Human Body, IEEE, 1-6
- [3] Tuomas Reinvuo etc.(2009), Electrostatic Discharge Measurement and Simulation of Charged Power Amplifier Board, Proceedings of the 39th European Microwave Conference, 292-294
- [4] Jiusheng Huang,(1999), The Measurement of Transient Electromagnetic Field Radiated by Electrostatic Discharge, IEEE, 265-268
- [5] A. James Koziowski etc.(1990), Measurement of The Radiated Electric Field from Electrostatic Discharge, IEEE, 420-421
- [6] Zhiyong Yuan etc,(2006), Simulation and Measurement of the Transient Field of Indirect Electrostatic Discharge, 17th Symposium on Electromagnetic Compatibility