

Wire-bonding의 길이 변화에 따른 주파수별 특성 분석

*권은진, 문종원, 류종인, 박세훈, 김준철
 *전자소재 패키징 연구센터 전자부품연구원
 e-mail : candybar419@nate.com

Analysis of Frequency Response Depending on Wire-bonding Length Variation

*Eun-jin Gwon, Jong-won Mun, Jong-In Ryu,
 Se-Hoon Park, Jun-Chul Kim

*Electronic Materials & Packaging Research Center, Korea Electronics
 Technology Institute

Abstract

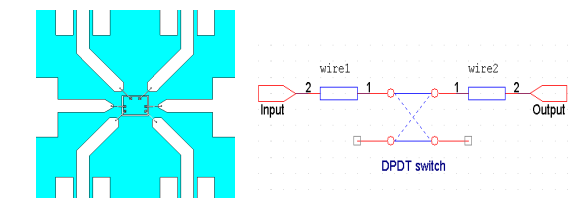
This paper presents a results of frequency response in variation of wire bonding length. A gold ball bonding is used as a wire bonding process, and a DPDT(double pole double thru) switch is adapted as a device for test. Wire length is ranged from 442um to 833um and a measured frequency range is from 1 GHz to 6 GHz. Little difference are measured in insertion loss and return loss depending on wire length. Measured S21 and S11 are -0.58 dB and -17.7 dB, respectively. S21 insertion loss is rising up and S11 insertion loss is falling down as the frequency is increased.

I. 서론

디바이스의 소형화로 집적회로는 전자산업에서 중요한 기술 요소로 주목 받고 있다. 이러한 집적회로를 패키지 리드로의 연결은 와이어 본딩(wire-bonding)을 이용한다[1]. 주파수가 높아짐에 따라 RF 주파수 응답 특성이 변하게 되며, 이러한 특성 때문에 와이어 본딩에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다[2]. 본 논문은 이러한 현상을 연구하기 위하여 와이어 본딩을 할 경우 와이어의 길이 변화에 따른 주파수별 특성에 어떤 영향을 미치는지를 설계하고 제작, 측정하였다.

II. 실험

유전율이 3.5인 ABF(Ajinomoto Bonding Film) 두 층 사이에 유전율이 4인 epoxy를 넣어 6 mm × 6 mm 크기의 PCB를 설계하고, Tyco Electronics의 GaAs DPDT 스위치에 와이어 본딩을 하였다. 여기에 2.8 V의 전압을 인가하여 스위치를 동작시키고, 1 GHz에서 6 GHz까지 주파수 변화에 따른 스위치 동작 특성을 확인하였다. CST(3-D 시뮬레이터)를 이용하여 와이어의 입력 포트에서 PCB 출력 포트까지의 손실(loss)을 시뮬레이션(simulation)하고 시스템 시뮬레이터를 이용하여 DPDT 스위치를 통과하는 회로의 손실을 시뮬레이션하였다. 그림 1의 (a)는 DPDT 스위치에 와이어 본딩을 설계하고 시뮬레이션한 전면도이고, (b)는 스위치와 PCB가 와이어 본딩으로 연결된 회로도를 나타낸다.



(a) 시뮬레이션 전면도 (b) 시뮬레이션 회로도

그림 1. DPDT 스위치 시뮬레이션

III. 결과 및 고찰

와이어의 입력 포트에서 PCB 출력 포트까지의 손실은 주파수가 높아짐에 따라 S11의 손실은 감소하고, S21의 손실은 증가함을 그림 2를 통해 확인 할 수 있다. 표 1은 2.4 GHz에서의 손실을 확인한 것으로서 와이어의 길이가 변함에 따라 S21은 0.01 dB이내의 차이를 보이고, S11은 2 dB의 차이가 발생하였다.

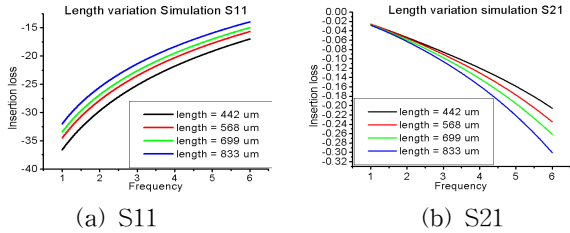


그림 2. 와이어 길이 변화에 따른 주파수별 손실 변화 시뮬레이션

표 1. 2.4 GHz에서 와이어 길이 변화에 따른 시뮬레이션 손실 값

| 길이 | 442um | 568um | 699um | 833um |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| S21 | -0.067 | -0.069 | -0.074 | -0.079 |
| S11 | -27.69 | -25.9 | -24.97 | -23.68 |

그림 3은 삽입 손실이 0.4 dB인 스위치를 통과하는 회로의 손실을 시뮬레이션 한 결과이다. 2.4 GHz에서의 삽입 손실 중 스위치 자체 삽입 손실 값을 고려한다면 와이어 본딩에 의한 삽입 손실은 큰 영향을 미치지 않음을 표 2를 통해 알 수 있다.

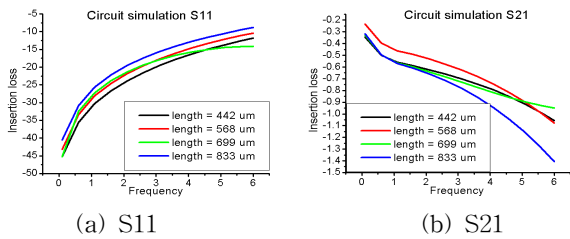


그림 3. 와이어 길이 변화에 따른 스위치 통과 특성 시뮬레이션

표 2. 2.4 GHz에서 시뮬레이션 한 와이어 길이 변화에 따른 스위치 손실

| 길이 | 442um | 568um | 699um | 833um |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| S21 | -0.546 | -0.558 | -0.567 | -0.593 |
| S11 | -22.4 | -20.51 | -20.12 | -18.23 |

그림 4는 실제 제작한 PCB로서, 2.8V 전압을 인가하

여 스위치의 특성을 측정된 결과 주파수가 높아짐에 따라 S11의 손실은 감소하고, S21의 손실은 증가함을 그림 5를 통해 확인 할 수 있다. 표 3은 2.4 GHz에서의 스위치 통과 특성을 측정된 것이다.

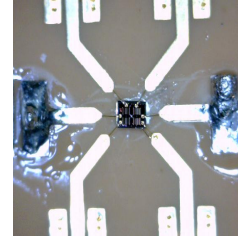


그림 4. 와이어 본딩을 한 PCB 전면도

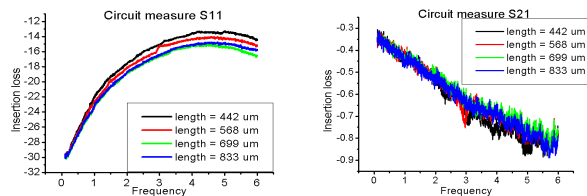


그림 5. 와이어 길이 변화에 따른 주파수별 스위치 통과 특성의 측정 값

표 3. 2.4 GHz에서 측정된 와이어 길이 변화에 따른 스위치 통과 손실 값

| 길이 | 442um | 568um | 699um | 833um |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| S21 | -0.572 | -0.583 | -0.543 | -0.587 |
| S11 | -16.26 | -17.11 | -17.82 | -17.72 |

IV. 결론

본 논문에서는 와이어 본딩 할 때 와이어의 길이 변화 따른 주파수별 응답 특성을 분석하였다. 와이어 본딩을 할 경우 길이 변화에 따른 S11의 값은 2 dB 차이가, S21의 값은 0.02 dB 차이가 발생하였다. 그에 반해 주파수가 높아짐에 따른 S11의 값은 30 dB 차이가, S11의 값은 1 dB 차이가 발생하였다. 따라서 와이어 길이에 따른 손실보다는 주파수 변화가 스위치 동작 손실에 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

[1] www.semipark.co.kr
 [2] Khoury. S. L, Burkhard. D. J, Galloway. D. P "A comparison of copper and gold wire-bonding on intergrated circuit devices", IEEE Trans, vol. 13, no. 9, pp. 673-681, 1990