

## LTCC 을 이용한 900MHz ZigBee System용 BALUN 설계

이종근, 유찬세, 박성대, 원광호, 이우성  
전자부품연구원

### Design BALUN for 900MHz ZigBee System Application based on LTCC

Joong-Keun Lee\*, Chan-Sei Yoo, Sung-Dae Park, Kwang-Ho Won, and Woo-Sung Lee  
Korea Electronic Technology of Institute

**Abstract :** This paper presents the performance of BALUN embedded in the LTCC substrate of ZigBee system which is one of the kind of wireless communication. The BALUN is used to make two signal which have 180° phase difference and 3dB power from one input signal. Therefore, this is 3-port network circuit. At the center frequency(915MHz), insertion losses were 3.1dB and 3.4dB, respectively. Also, the phase difference was 182°. Its size is 2.1x3.6mm. The Used materials were dupont9599 LTCC ceramic and daeju0086 Ag.

**Key Words :** BALUN, ZigBee, LTCC

#### 1. 서 론

최근 LTCC 공정에 의한 RF 소자 개발이 원활하게 진행되고 있다. 특히 SoP 기술이 최근의 이슈가 됨에 따라 시스템 집적화에 있어 LTCC가 적합한 공정으로 평가받고 있다. 본 논문에서는 근거리 무선통신 방식의 하나인 ZigBee system에서 사용되는 BALUN을 설계하여 LTCC 공정을 이용해 내장하였다. lumped circuit으로 Low pass filter와 High pass filter로 구현하여 서로 만나는 교차점인 915MHz에서 3dB의 삽입손실을 가지도록 하였고, 이때 출력된 두개의 신호는 서로 180도의 위상차가 나도록하였다. 본 논문에서 사용된 유전체는 유전율 7.8의 dupont 9599이고, 도체 페이스트는 대주 0086의  $6.173 \times 10^{-7}$ 인 Ag 을 사용하였다.

#### 2. 실험

##### 2.1 circuit design

그림1은 lumped type으로 구현된 BALUN circuit이다. 인덕터와 커패시터를 이용해 Low pass filter와 High pass

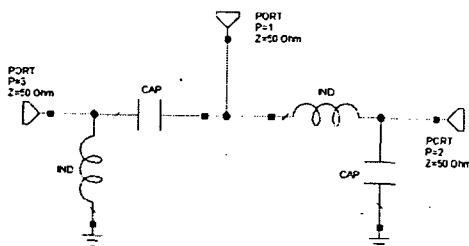


그림 1. The lumped type BALUN circuit

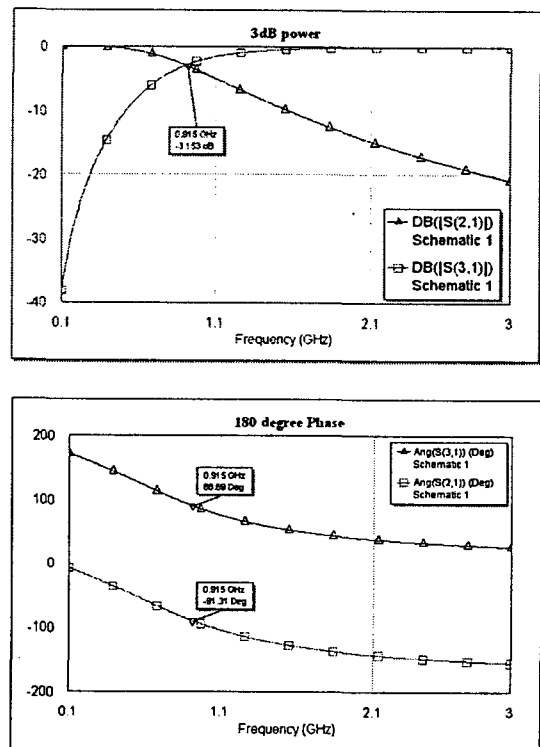


그림 2. The simulated results

filter를 구현하여 시뮬레이션 한 결과를 그림2에 나타내었다. 그림2를 보면 915MHz에서 -3.153dB의 삽입손실, 즉 1/2의 power로 분배되면서 위상차가 180도를 가지는 두개의 신호를 출력함을 알 수 있다. 그러나, 그림1의 회로는 실제 적층 구조로 했을 때 발생할 수 있는 coupling 영향과 구조적 파라미터의 영향을 배제한 이상적인 회로이기 때문에 EM solver의 구조적 시뮬레이션을 통해 이러한 영

향들을 예측해야 한다.

### 2.2 structure modeling and EM simulation

lumped type의 소자들의 용량 값에 상응하는 구조 설계를 그림 3에 나타내었다.

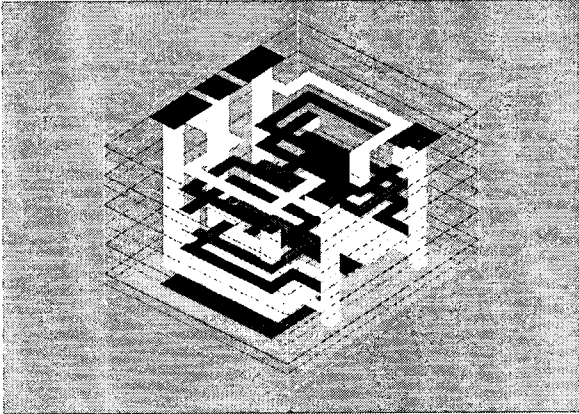


그림 3. The Structure layout

bottom layer에 GND를 삽입하였고, 인덕터 라인의 선폭을 150um, 커패시터를 형성하기 위해 두개의 도체 plate의 간격을 72um으로 구현하였다. 즉 38um green sheet 16장을 사용하여 전체 두께 608um인 적층 구조로 구현하여 가로 세로 사이즈 2.1x3.6mm로 축소하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 4는 실제 LTCC로 제작된 ZigBee system의 Top으로서 사이즈는 25x25mm이고, 그 중 내장된 BALUN이 차지하는 영역을 표시하였다.

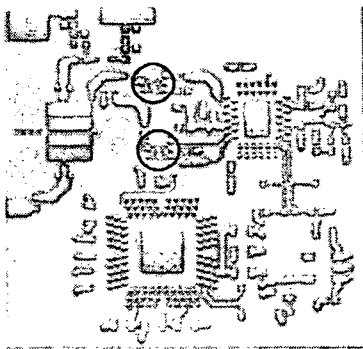


그림 4. manufactured sample

그림 5는 측정된 결과를 나타내었는데 시뮬레이션에서의 결과와 일치하였다.

표 1. BALUN 측정 결과

주파수	power	phase
915MHz	3.133dB	178.32

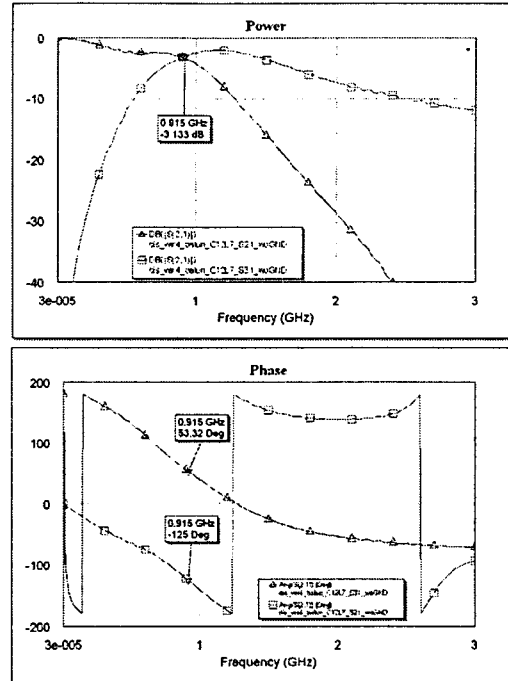


그림 5 The measured results

그림 2와 비교했을 때, 그림5에서 915MHz 이상의 upper frequency 영역에서 high pass curve가 loss가 증가하는 양상을 보였는데 이는 고주파수로 갈수록 패턴간의 coupling 영향이 커져 leakage power가 발생하였기 때문이다. 그러나 실질적으로 ZigBee system에서 사용되는 주파수 밴드가 902MHz~928MHz이기 때문에 BALUN에서 이를 감안하면 타 주파수 영역의 특성을 무시할 수 있다.

### 4. 결론

ZigBee system에서 응용될 BALUN을 설계하여 특성을 얻었다. 얻어진 특성의 circuit을 전체 full module에서 내장하였고, 전체 영역의 약 20%를 차지하여 module의 사이즈의 증가를 줄일 수 있었다. 여기에서 각각 입력과 출력에 filter, switch, matching circuit과 함께 구현되어 ZigBee system의 RF front-end part가 구현되었고, 이는 baseband part와 연결되어 전체 module이 완성될 것이다.

### 참고 문헌

[1] David M. pozar. "Microwave engineering", John Wiley, p. 162, 1998.