

유전체 특성에 따른 UWB용 필터 특성에 관한 연구

유찬세, 이종근, 정현철, 유명재, 이우성, 강남기
전자부품연구원 전자소재패키징센터

The Performance of Ultra-Wideband Filter with regard to dielectric materials

Chan-Sei, Yoo, Joon-Keun, Lee, Hyun-Chul Jung, Myong-Jae Yoo, Woo-Sung, Lee and Nam-Kee Kang,
Electronic Materials & Packaging Research Center, Korea Electronics Technology Institute(KETI)

Abstract : In this paper, we propose an ultra wideband pass filter of ring type with embedded stripline stub. The fractional bandwidth was 98 % at the center frequency of 8 GHz and insertion loss was below 1 dB in passband. Two kinds of dielectric materials with the permittivity of 7.8 and 40, respectively were adopted in evaluating the suggested filter structure. As the permittivity of material became larger, the size of filter smaller as expected without any sacrifice in filter performance. In summary, the suggested filter structure has smaller size due to the embedded stripline stub and can be minimized by adopting dielectric material with higher permittivity again.

Key Words : Ring, Stub, Ultra wideband, higher permittivity

1. 서 론

최근 광대역 특성을 이용한 통신 시스템이 관심을 받으면서 광대역 수동소자에 대한 연구개발이 활발해 지고 있다. 기존에 마이크로 스트립 구조로 구현된 Ring 구조의 광대역 필터가 보고된 바 있는데 이는 단일 레이어로 구현되어 있어 그 사이즈가 큰 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 이러한 Ring type 필터를 구현함에 있어서 스트립라인 형태의 embedded 구조를 적용하였고 유전율이 다른 두 재료에 대해 검증함으로써 제안된 구조가 유전율 증가에 따라 특성 저하없이 소형화될 수 있는지를 확인하였다.

2. 실험

기존에 보고된 단일 기판으로 구현된 마이크로스트립구조의 Ring filter를 LTCC 공정의 다층기판으로 응용하여 사이즈를 줄이기 위한 구조를 실험하였고 그 구조는 그림 1에 나타내었다. 먼저 Ring 구조는 마이크로스트립 구조로 구현하였고, open stub는 스트립라인 구조로 구현하여 ring 구조의 아래 부분에 위치시키는 hybrid 형태의 구조를 적용하였다. Ring의 궤적은 중심 주파수에서의 λ (파장)이고 내장된 stub의 길이는 $\lambda/4$ 하였다.

사용한 유전체 재료는 유전율이 각각 7.8, 40인 두가지 재료를 적용하여 필터를 제작하였는데 위에서 언급한 전기적 길이가 일치하도록 물리적 길이를 설계하였다.

공정은 LTCC(Low Temperature Cofied Ceramic) 재료를 이용한 적층 공정을 이용하였고 전극은 동시소성용 Ag를 이용하였다.

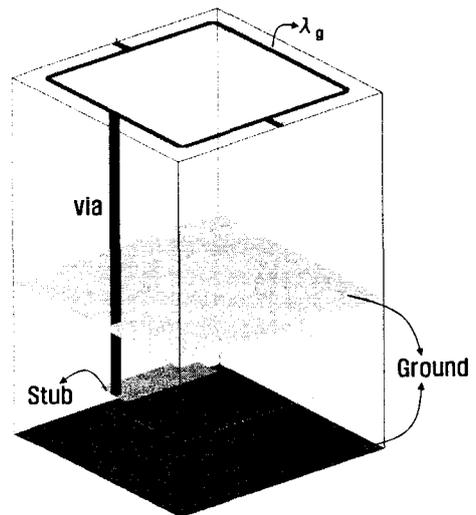


그림 1. Multi-layer Ring 필터 구조

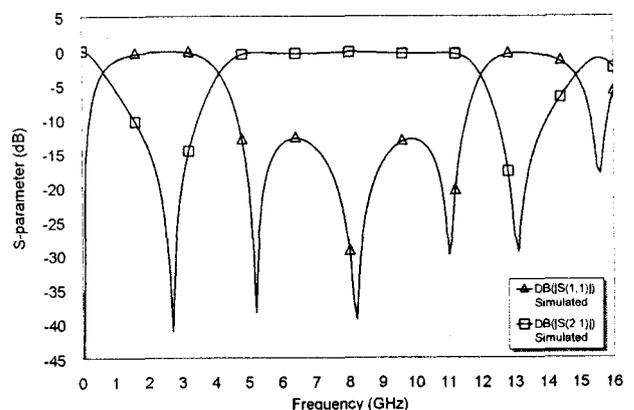
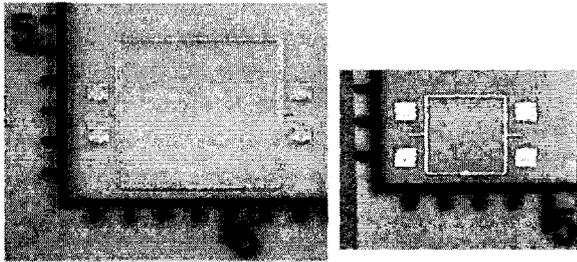


그림 2. 제안된 필터의 구조 simulation 결과

3. 결과 및 검토

그림 1에 제시된 기본 구조에 대해 구조 simulation을 먼저 수행해 보았는데 그 결과가 그림 2에 제시되어 있다. 그 결과를 보면 중심주파수가 8 GHz이고 3dB bandwidth는 7.68 GHz로서 fractional bandwidth는 96 %정도되어 광대역 필터가 잘 설계되었음을 확인할 수 있었다.

유전율이 각각 7.8과 40인 두 유전체를 이용하여 제안된 필터를 제작해 보았는데 그 시편 모양이 아래 그림에 제시되어 있다.

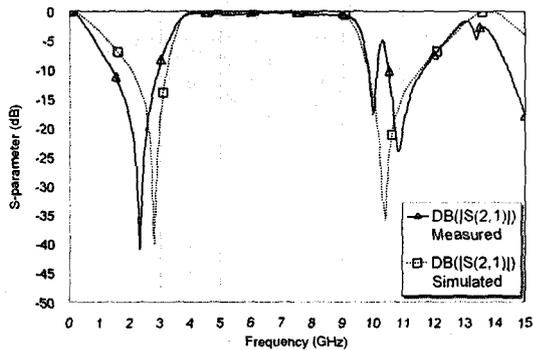


(a) Er=7.8

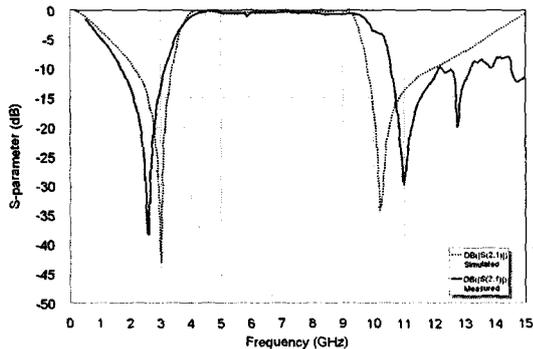
(b) Er=40

그림 3. 제작된 필터 모양

유전율이 증가할수록 같은 전기적 길이를 얻기 위한 물리적 길이는 감소하기 때문에 유전율이 40인 경우 필터 크기가 현격히 감소했음을 알 수 있다. 특히 스트립라인 구조의 경우 비유전율(ϵ_r)에 의해 전기적 길이가 결정되기 때문에 유효유전율($\epsilon_{r,eff}$)에 결정되는 마이크로스트립 구조에 비해 유전율 증가에 따른 크기 감소율이 더 크게 나타났다. 이렇게 구현된 두가지 필터의 특정 결과가 아래에 제시되어 있다.



(a) Er = 7.8



(b) Er = 40

그림 4. 유전율에 따른 필터 특성

위의 결과를 보면 유전율이 증가하여도 bandwidth가 감소하지 않고 광대역이 잘 구현됨을 알 수 있고 inband 특성저하도 없음을 알 수 있다. 반대로 유전율이 7.8인 경우 ring의 궤적이 증가하여 도체손실에 의한 필터 손실이 증가할 것으로 예상했으나 stub를 이용한 ring 필터의 동작 원리가 shunt로 달려있는 공진회로에 기인하기 때문에 삽입손실 증가가 나타나지 않았다. 즉 고유전율 재료를 적용하여 필터 궤적을 줄일 경우 소형화등의 장점은 지니고 있지만 삽입손실 면에서는 개선되는 점이 거의 없음을 의미한다.

4. 결론

본 연구에서는 마이크로스트립 형태의 ring 필터와 스트립라인 형태의 stub를 혼합하여 광대역 필터를 구현하였고 이렇게 구현된 필터는 중심주파수가 8 GHz이고 3 dB-fractional bandwidth가 96%정도 되었고 삽입손실은 1 dB 이내로 우수한 특성을 나타내었다.

유전율이 각각 7.8, 40인 두 재료를 이용하여 제안된 필터를 제작한 결과 유전율이 증가할수록 필터의 크기는 감소하면서도 bandwidth, 삽입손실등의 필터특성 면에서는 거의 유사한 특성을 나타내었다. 본 연구에서 제안된 구조는 3차원 구조를 적용하여 필터 크기를 소형화할 수 있을 뿐 아니라 고유전율을 적용하여 소형화하는데 있어서도 안정적인 특성을 유지하는 구조임을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] H. Ishida, "Design and Analysis of UWB Bandpass Filter with Ring Filter," *IEEE MTT-S Digest, FA4-5*, pp.424-428, 2004.
- [2] M. Mandal, "Compact Wideband Bandpass Filter," *IEEE Microwave and Wireless component lett.* vol. 16, no. 1, pp.46-48, Jan. 2006.