

LTCC MICROSTRIP RESONATOR 구조에 따른 유전특성 비교 연구

이중근, 정현철, 유찬세, 김동수, 유명재, 박성대, 이우성
전자부품연구원

THE COMPARING STUDY OF THE DIELECTRIC CHARACTERISTIC FROM THE LTCC MICROSTRIP RESONATOR ARCHITECTURES

Joong-Keun Lee*, Hyun-Chul Jung, Chan-Sei Yoo, Dong-su Kim, Myung-Jae yoo, Sung-Dae Yoo, Woo-Sung Lee
Korea Electronic Technology of Institute

Abstract : Generally, the dielectric constant and loss tangent are gotten by resonators. This paper presents analysis of the comparing the dielectric constant and loss tangent from the Ring, T and series gap structures. The T structure can be analyzed easily at wideband characteristic with simple design. the Ring can ignore the radiation loss from the open-ended effect. the Series gap can get more accurate permittivity than a Ring structure. The Used materials were dupont9599 LTCC ceramic and daeju0086 Ag.

Key Words : resonator, T, Ring, series gap, dielectric, loss tangent

1. 서 론

최근 LTCC 공정에 의한 RF 소자 개발이 원활하게 진행되고 있는 가운데 사용되는 재료의 유전율과 $\tan\delta$ 는 회로설계에 있어 중요한 설계요소가 된다. 특히 주파수에 의존하는 경향이 크기 때문에 사용하고자 하는 주파수 밴드에서의 유전을 특성을 파악하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 세가지 구조, Ring, T, Series gap resonator를 제작하여 각각의 유전율과 loss tangent를 유도하였다. 여기에서 사용된 유전체는 유전율 7.8의 dupont 9599이고, 도체 페이스트는 대주 0086의 6.173×10^{-7} 인 Ag를 사용하였다. 설계 구조는 Microstrip 구조를 채택하였으며 gap구조는 기본주파수 2GHz, 4GHz를 구현하였고, T와 Ring은 2GHz를 구현하여 유전율과 $\tan\delta$ 를 추출하였다.

2. 실험

2.1 Series gap resonator

feed line과 $\lambda/4$ transmission line사이에 gap을 두어 신호의 coupling을 이용한 구조로써 본 논문에서 설계된 공진기는 기본 주파수 2GHz와 4GHz이고, 그림1은 설계 구조와 제작 시편이다.

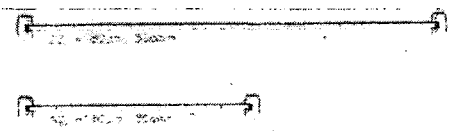


그림 1. 제작된 2GHz와 4GHz series gap resonator의 구조.

설계시 고려된 파라미터는 유전체 두께(H) 304 μ m, 라인의 선폭(W) 350 μ m으로 하여 특성 임피던스 50ohm이 되도록 하였고, 2GHz, 4GHz 공진기 구현을 위해 각각 라인의 길이(L) 32.22mm, 15mm으로 구현하였다. 또한 coupling을 고려하여 80 μ m의 gap을 주었다. 표1과 그림2는 측정결과이다.

표 1. 제작된 시편의 real dimension

Line 2G(mm)	Line 4G(mm)	W(mm)	H(mm)
32.197	14.9895	0.345	0.29

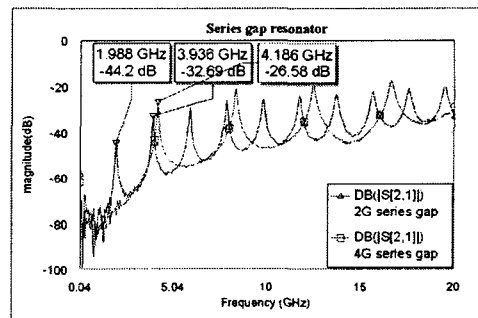


그림 2. 2GHz와 4GHz series gap resonator의 측정 결과

2.2 Ring resonator

feed line 사이에 ring을 삽입하여 2GHz의 기본 공진주파수를 가지도록 설계하였다. 설계시 고려된 파라미터는 유전체 두께(H) 304 μ m, 라인의 선폭(W) 350 μ m으로 하여 특성 임피던스 50ohm이 되도록 하였고, 2GHz 공진을 위해 outer circle의 반지름 10.51mm, inner circle의 반지름

10.17mm을 주었다. 또한 coupling을 고려하여 80um의 gap을 주었다 그림3은 실제 제작된 시편이고 표2와 그림4는 측정 결과이다.

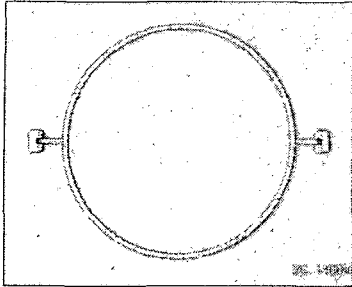


그림 3. 제작된 2GHz Ring resonator의 구조

표 2. 제작된 시편의 real dimension

outer circle	inner circle	W(mm)	H(mm)
10.5232	10.1632	0.3557	0.29

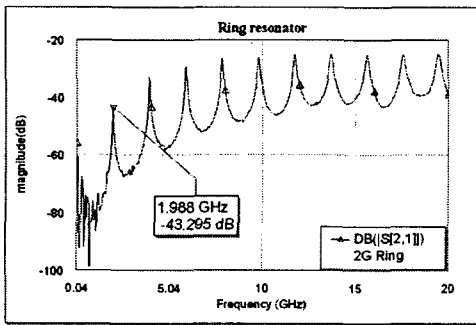


그림 4. 2GHz ring resonator의 측정 결과

2.2 T resonator

feed line 사이에 open stub를 삽입하여 2GHz의 기본 공진 주파수를 가지도록 설계하였다. 그림5은 실제 제작된 시편이다. 설계시 고려된 파라미터는 유전체 두께(H) 150um, 라인의 선폭(W) 180um으로 하여 특성 임피던스 50ohm이 되도록하였고, 2GHz 공진을 위해 open stub의 길이 16.45mm을 주었다. 표3과 그림6은 측정 결과이다.

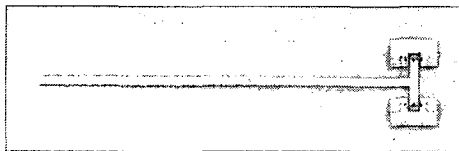


그림 5. 제작된 2GHz T resonator의 구조

표 3. 제작된 시편의 real dimension

open stub length(mm)	W(mm)	H(mm)
16.398	0.168	0.138

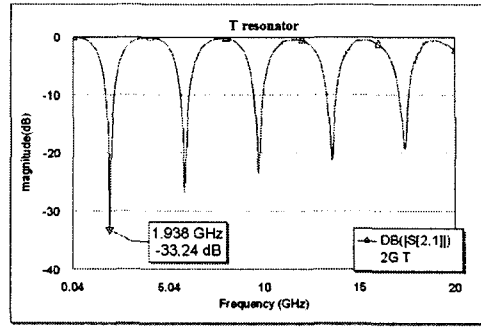


그림 6. 2GHz T resonator의 측정 결과

3. 결과 및 고찰

표 4. 세 구조에서 추출된 특성 비교

structure	Sereis gap	Ring	T
측정 주파수	4GHz	1.988GHz	1.9136GHz
ϵ_{eff}	5.501	5.48	5.504
ϵ_r	7.9267	7.96	8.04
$\tan\delta$	0.005	0.003	0.0065

표4에서처럼 series gap은 4GHz, Ring과 T는 2GHz에서 추출한 결과, dupont사에서 제시한 유전율 7.8에 근사한 값을 얻었다. 그리고, conductor와 ceramic의 mismatch에 의한 영향과 본 논문에서 연구된 microstrip 구조 시편이 conductor가 ceramic 내부에 묻혀 있음으로서 EM field의 영향이 달라져 제시된 값보다 높은 결과가 나왔다고 예측된다. 이러한 영향에 의해 생기는 오차가 약 8%로 알려져 있다. $\tan\delta$ 는 Ring이 0.003을 얻음으로써 curvature effect에 의해 serise gap과 T 구조보다 더 정확한 값을 얻을 수 있을 수 있었다.

4. 결론

Ring, T, series gap 구조를 제작하여 각각의 유전특성과 loss tangent를 비교하였다. 2G에서 추출된 유전율은 정확한 추출이 가능하였지만, 주파수대가 증가하면서 유전율의 증가 현상을 보였다. 이는 사용된 유전율 계산 수식에서 주파수 변수가 고려되지 않았기 때문이라고 예상된다. 따라서, 고주파수에서의 정확한 유전율 추출을 위해 정확한 수식의 선택이 필요로 할 것이다. 또한 고주파수에서의 loss tangent는 curvature effect를 고려한 Ring 구조를 택함으로써 정확한 값을 얻을 수 있을거라 예상된다.

참고 문헌

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