

마이크로스트립 선로의 전류분포를 이용한 이중대역 필터 구현에 관한 연구

장제욱, 최진규, 고재형, 김형석
중앙대

Study of dualband filter applying current distribution of microstripline

Se-Wook Chang, Jae-Hyung Ko, Jin-Kyu Choi, Hyeong-Seok Kim
Chung Angn University

Abstract - In this paper, a dual band microstrip filter is designed for RFID Application. Both magnetic and electric coupling structures are implemented to provide high performance passband response. The measured results demonstrate that reflection factor is 20dB and 15dB at 912MHz and 2450MHz. The measured loss is 2.6dB and 2.8dB at 912MHz and 2450MHz, respectively

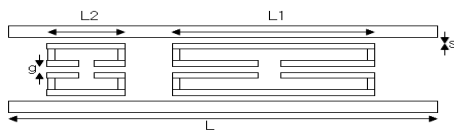
1. 서 론

RF 송수신 시스템에서는 안테나를 통하여 입력된 모든 신호들 중에서 각 시스템마다 필요로 하는 신호만을 추출하여 시스템의 안정성을 확보하는 한편 수신감도 특성을 개선하게 되는데, 이때 필요한 소자가 필터이다. 현재 RFID용 주파수 활용은 13.56MHz는 근방향 IC카드로서 신분증이나 전자승차권의 용도로, 433.92MHz는 컨테이너 관리 용도로 쓰이며 860~930MHz와 2.45GHz는 유통 및 물류 전반에 대한 용도로 지정되어 쓰이고 있다. 미국에서 실행되는 거의 모든 테스트에서는 915MHz 대역을 사용하는 RFID 대역이 유통 산업에서 주요 주파수 대역이 될 가능성이 높다. 또한, 일본 등 많은 국가에서 900MHz 대역에서 각각의 국가에서 이미 다른 용도로 점유되어있어 전세계적으로 동일한 주파수인 2.45GHz 대역을 유통 및 물류 중심의 RFID 대역으로 개발 중이다. 이에 따라 듀얼 밴드를 지원하는 시스템을 개발을 통해 900MHz 대역은 물론 2.45GHz 대역에서 사용할 수 있는 필터가 필요하다.[1] 두 대역을 모두 사용할 수 있는 RFID용 이중대역 필터는 RF 전치부에 적용하여 향후 다양한 대역에 적용할 수 있는 기술을 구축할 수 있다.

본 논문은 Open-loop ring resonators으로 마이크로스트립 이종대역 필터에 대해 연구하였다. 두개의 마이크로스트립라인과 커플링을 이용한 두 쌍의 Open-loop ring resonators으로 구성하여 0.912, 2.45GHz 대역에서 통과되도록 설계하였다.

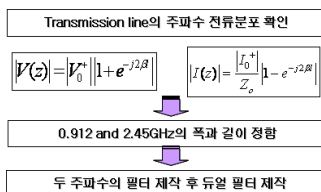
2. 본 론

2.1 이종대역 필터



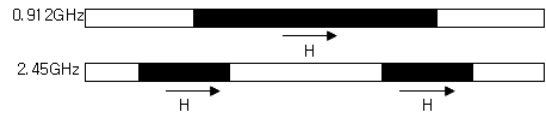
〈그림 1〉 이종대역 필터 구조

그림 1은 본 논문에서 제시하는 두 쌍의 Open-loop ring resonators와 마이크로스트립라인으로 구성된 필터 구조를 보여주고 있다.[1] 기판은 유전율 10.2, 두께 25mil의 RT/Duroid 6010LM를 사용하였다. 필터의 동작원리는 길이가 다른 Open-loop ring resonators으로 0.912, 2.45GHz의 이종대역 필터를 설계하였다. [2]



〈그림 2〉 이종대역 필터 구현 과정

그림 2는 전체적인 듀얼밴드 필터 구현과정을 나타내는 플로우 차트를 나타내었다. 전송선로의 주파수 전류분포를 확인하여 마이크로스트립라인의 길이와 폭을 원하는 주파수에 따라 구하고 마찬가지로 두 쌍의 Open-loop ring resonators의 길이와 폭을 구할 수 있다. 그 후 정해진 수치를 이용하여 0.912, 2.45GHz에 해당하는 필터를 설계한다.[3],[4]



〈그림 3〉 마이크로스트립라인 전류 분포

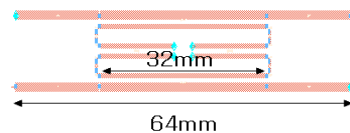
그림 3은 주파수에 따라 마이크로스트립라인에 흐르는 전류 분포를 보여준다. 전송선로의 이론을 기초로 H필드의 전압과 전류의 분포를 확인하여 주파수에 따라 라인의 총 길이를 구할 수 있다. 라인의 총 길이는 주파수 0.912GHz의 $\lambda/2$ 이며, open-loop ring resonators 길이는 전류분포를 확인하여 $\lambda/4$ 로 정하였다. 이와 같이 2.45GHz의 open-loop ring resonators 길이는 0.18λ 임을 알 수 있다. 표 1 주파수에 따라 폭과 길이에 대한 Parameter 값을 나타낸다.[5],[6]

〈표 1〉 이종대역 필터 파라미터

Frequency	W(mm)	$L = \frac{\lambda}{2}$ (mm)	$L = \frac{\lambda}{4}$ (mm)
0.912GHz	0.56	64	32
2.45GHz	0.56	24	12

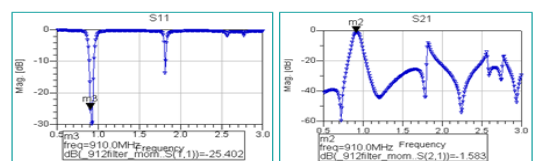
2.2 Simulation

결과 예측 및 선행 분석은 Mom 프로그램으로 수행하였다. 그림 4는 0.912GHz 필터 형태이다. 전체길이는 64mm이며, open-loop ring resonators의 길이는 32mm이다. 이때 s의 간격은 0.35mm, open-loop ring resonators의 간격은 0.4mm의 값을 가진다.



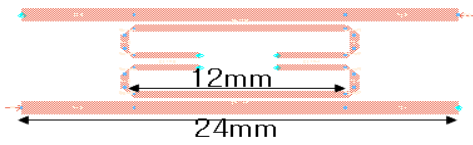
〈그림 4〉 0.912GHz 필터

그림 5는 0.912GHz 필터의 S-parameter를 나타낸다. Return Loss(S11)은 -25.402dB, Insertion(S21)은 -1.5831dB의 값을 가지며 3dB의 Bandwidth는 약 80MHz인 특성을 얻었다.



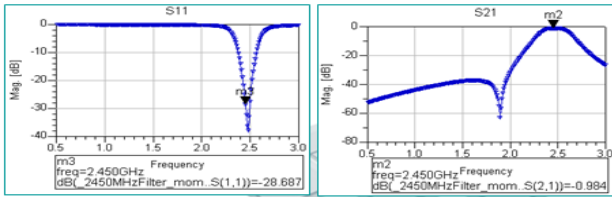
〈그림 5〉 0.912GHz S-parameter

그림 6는 2.45GHz 필터 형태이다. 전체길이는 24mm 이며, open-loop ring resonators의 길이는 12mm이다. 이때 s의 간격은 0.35mm, open-loop ring resonators의 간격은 0.4mm의 값을 가진다.



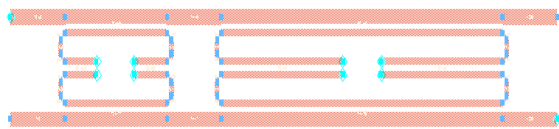
〈그림 6〉 2.45GHz 필터

그림 7는 2.45GHz 필터의 S-parameter를 나타낸다. Return Loss(S11)은 -28.687dB, Insertion(S21)은 -0.984dB의 값을 가지며 3dB의 Bandwidth는 약 300MHz인 특성을 얻었다.



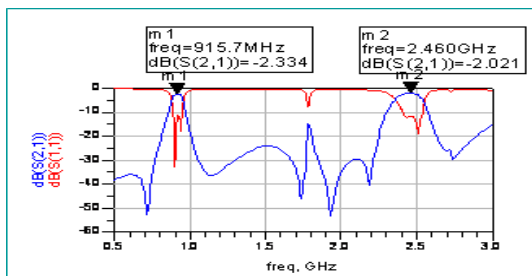
〈그림 7〉 2.45GHz S-parameter

그림 8는 이중대역 필터 형태이다. 두 개의 필터를 붙인 형태로써 총 길이는 64mm를 유지하며, 마이크로스트립라인의 전류 분포에 따라 open-loop ring resonators의 위치를 조절하여 결합하였다.



〈그림 8〉 이중대역 필터

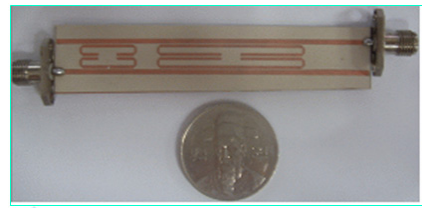
그림 9는 이중대역 필터의 S-parameter를 나타낸다. Return Loss(S11)은 0.912GHz에서 약 -25.451dB, 2.45GHz에서 약 15.415, Insertion(S21)은 0.912GHz에서 약 -2.334dB, 2.45GHz에서 약 2.021dB의 특성을 얻었다.



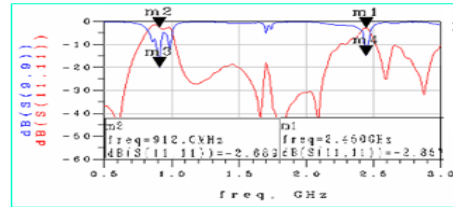
〈그림 9〉 이중대역 필터 S-parameter

2.2.1 제작 및 측정

전송선로의 기초로 마이크로스트립라인의 전류분포와 Open-loop ring resonators의 결합으로 필터의 두께는 25mil의 RT/Duroid 6010LM 기판을 사용하여 제작하였다. 제작된 필터의 사진을 그림 10에 보였으며 전체크기는 8.18mm × 64mm 인 크기로 제작되었다. 제작된 이중대역 필터의 측정은 네트워크 분석기를 이용하여 삽입손실과 반사손실을 측정하고 그 결과를 분석하였다. 측정 결과는 그림 11에 보여주며, 표 2에 모의실험 결과와 비교하여 나타내었다. 사용 주파수인 0.912GHz 에서는 삽입 손실은 3dB 이하, 반사손실은 약 -20dB로 측정되었다. 이중 대역인 2.45GHz 에서는 삽입손실 특성은 3dB 이하, 반사손실은 약-12dB로 측정되었다. 그러나 약 반사손실의 측정치와 결과의 차이가 발생되었는데 이는 주파수에 따른 전류분포 위치를 정확하게 일치시키지 못한 결과라 여겨진다.



〈그림 10〉 제작된 이중대역 필터



〈그림 11〉 제작된 이중대역 필터 측정 결과

〈표 2〉 측정치와 모의실험 결과의 비교

Frequency	0.912GHz		2.45GHz	
	Simulation	Measure	Simulation	Measure
S11(dB)	-25.451	-20.075	-15.415	-12.214
S21(dB)	-2.334	-2.689	-2.021	-2.857

3. 결 론

본 논문에서는 RFID 주파수 대역인 0.912GHz, 2.45GHz에서 동작하는 이중 대역 필터 설계에 관한 연구를 하였다. 전송선로의 기초로 마이크로스트립라인의 전류분포와 Open-loop ring resonators의 커플링 결합으로 설계 제작하였다. 실험 결과는 0.912GHz 에서는 삽입 손실은 3dB 이하, 반사손실은 약 -20dB로 측정되었다. 이중 대역인 2.45GHz 에서는 삽입손실 특성은 3dB 이하, 반사손실은 약-12dB로 측정되었다.

따라서 본 연구에서 설정한 정량적 목표치에 시뮬레이션 및 측정 결과를 통해 달성하였음을 확인하였다. 향후 진보된 연구와 보다 정교한 설계 및 제작과정을 통해 필터 성능 향상과 실제 시스템에 적용 가능한 필터 구현이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2005-7-135)주관으로 수행된 과제임.

[참 고 문 헌]

- [1] 오재욱, 김형석 "RFID 리더용 Concurrent 이중 대역 저잡음 증폭기" 2007년 춘계 마이크로파 및 전파학회 논문집 Vol.30, No.1, pp.57-60, 2007.
- [2] J. S. Hong and M. J. Lancaster, "Canonical microstrip filter using square open-loop resonators," Electron. Lett., vol. 31, no. 23, pp. 2020-2022, Nov. 1995.
- [3] Jia-Sheng Hong; Lancaster, M.J. "Couplings of microstrip square open-loop resonators for crosscoupled planar microwave filters," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 44, no. 12, pp. 2099 - 2108, Dec. 1996.
- [4] M. Makimoto and S. Yamashita, "Bandpass filters using parallel coupled stripline stepped-impedance resonators," IEEE Trans Microw. Theory Tech., vol. MTT-28, no. 12, pp. 1413-1417, Dec. 1980.
- [5] H. M. Lee, C. R. Chen, C. C. Tsai, and C. M. Tsai, "Dual-band coupling and feed structure for microstrip filter design," in IEEE MTT-S Int Dig, pp. 1971-1974. 2004.
- [6] Chu-yu Chen, Cheng-Ying Hsu, Member "A simple and Effective Method for Microstrip Dual-Band Filter Design" IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, VOL. 16, NO. 5, MAY 2006