

십자형 슬롯 패치 공진기를 이용한 듀얼 모드 필터 설계

Design of a Dual-Mode Filter Using Cross-Slot Patch Resonator

전병국

남 희

윤기철

(광운대학교 석사과정) (광운대학교 박사과정) (광운대학교 박사과정)

전봉욱

김영우

이동기

이종철

(광운대학교 석사과정) (광운대학교 석사과정) (광운대학교 석사과정) (광운대학교 교수)

Key Words : patch resonator, dual mode filter, perturbation size

목 차

1. 서 론
2. 이중모드 여파기 설계
3. 측정 결과
4. 결 론
5. 참고문헌

I. 서 론

최근 들어 지능형 교통 시스템(ITS) 및 무선 통신 분야에 이용되는 대역 통과 필터는 손실 특성이 좋아야 할 뿐만 아니라 크기도 작아야 한다. 대역 통과 필터에 사용되는 공진기의 크기를 줄이는 방법으로는 고 유전율 기판을 사용하거나, 공진기를 변형하거나, 다중모드(multiple mode)를 이용하는 방법 등이 있다. 이중 모드 마이크로스트립 공진기를 대역통과 필터에 처음으로 적용한 사람은 Wolff[1]이며, 그 후 지속적으로 연구되어져 왔다. 본 논문에서 설계된 여파기는 십자형 슬롯 패치 공진기(cross slot patch resonator)의 구조로써 슬롯 길이에 따라 변하는 주파수 특성과 섭동(perturbation)을 이용하여 중심주파수 2GHz, 대역폭 5%를 갖는 필터를 제작하였다.

II. 이중모드 여파기 설계

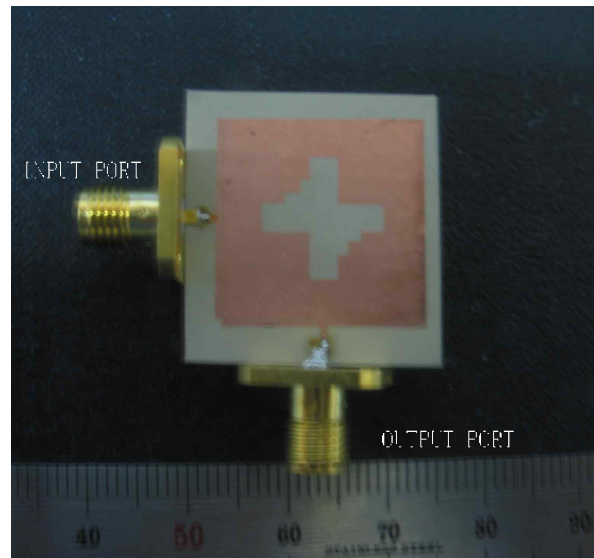
1. 십자형 슬롯 패치 공진기(cross slot patch resonator) 설계

그림 1은 본 논문에서 제안하고 있는 이중모드 여파기의 구조이며, Duroid 6010 substrate ($\epsilon_r = 10.2$, $\tan \delta = 0.0023$ 그리고 thickness = 1.27mm) 위에 제작하였고, 여파기 설계를 위하여 Zealand사의 IE3D를 사용하였다. 이 여파기의 구조는 십자형 슬롯 패치 공진기와 계단 형태의 섭동(perturbation)으로 이루어져 있다. 50Ω 입·출력 포트는 90도 차이를 두어 두 개의 공진모드, 즉, 우 모드와 기 모드가 발생하도록 하였다. 그리고 급전 부분의 갭에서 발생하는 결합손실을 최소화 하기 위하여 0.1 mm 이하의 매우 작은 결합 갭을 갖도록 제작하였다.

먼저 슬롯 길이에 따라 패치 공진기의 공진 주파수가 변화하는 것을 확인하였다. 길이 a의 변화에 따른 특성을 알아보기 위해 너비 W와 공진기와 급전

사이의 갭 g, 공진기 길이 L 을 각 각 1.8mm / 0.1mm / 19mm 로 설정하였다.

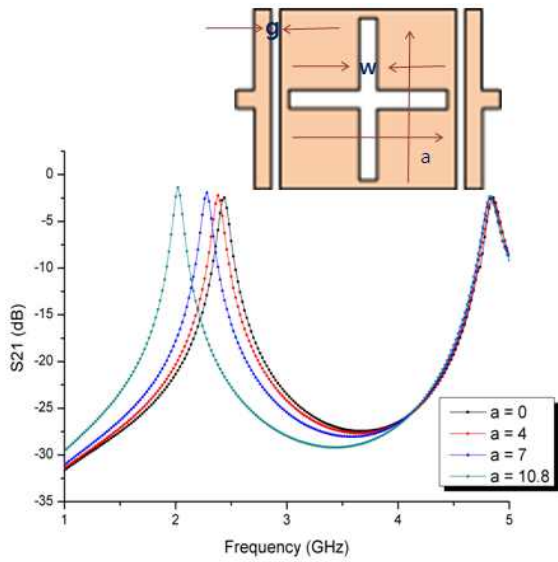
그림 2는 슬롯 길이에 따른 단일 모드 공진기의 주파수 특성을 시뮬레이션한 결과 이다. 시뮬레이션은 Zealand사의 IE3D로 실행하였다. a = 0 일때, 패치 공진기의 중심 주파수(f_0)는 2.41 GHz 이고 2차 고조파 주파수는 4.76 GHz이다.



<그림 1> 십자형 슬롯 패치 공진기를 이용한 듀얼모드 대역 통과 여파기

슬롯의 길이(a)의 크기가 증가함에 따라 중심주파수가 낮아지게 되지만, 2차 고조파 주파수는 변하지 않는다. 이것으로 볼때, 공진기의 2차 공진주파수는 중심주파수의 2배보다 더 커지는 현상을 확인할 수 있다. 그러므로 이러한 특성을 통해 공진기의 크기를 감소하는 효과를 나타낼 수 있다. 본 논문에서 제안한 십자형 슬롯 패치 공진기는 전류의 흐름을 증가 시킬수 있고, 그에

따라 공진주파수를 낮추는 효과를 확인하였다.[4] 제안한 대역통과 여파기는 2GHz 대역 응용 분야 적용하기 위해 슬롯의 길이를 $a = 10.8 \text{ mm}$ 로 설계하였다.

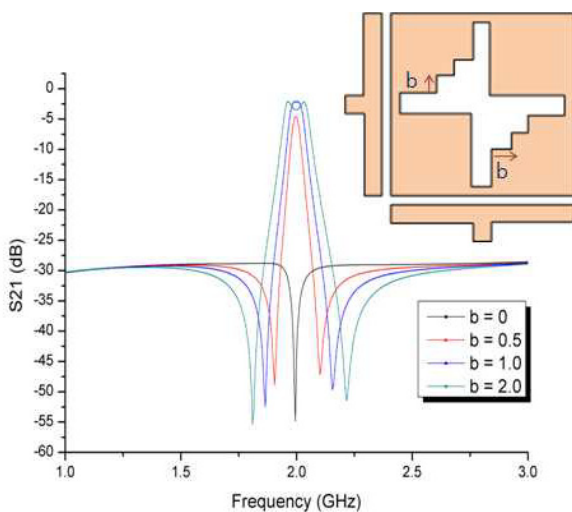


<그림 2> 슬롯 길이(a)에 따른 S-parameter (S21)

2. 듀얼모드 대역통과 여파기(dual-mode bandpass filter) 설계

듀얼모드 대역통과 여파기를 설계하기 위하여 입-출력 포트를 90도 위상 변화를 주어 제작하였다. 기존의 일반적인 섬동의 모양 가장자리 면이 잘려진 형태였다.[4] 본 논문에서 새로운 섬동 모양을 통해 두 축퇴 모드(degenerate mode)간에 결합 할 수 있도록 하였고, 적절한 섬동의 크기를 조절하여 전송 영점과 2dB보다 적은 삽입손실은 얻었다.[2,3,4,5]

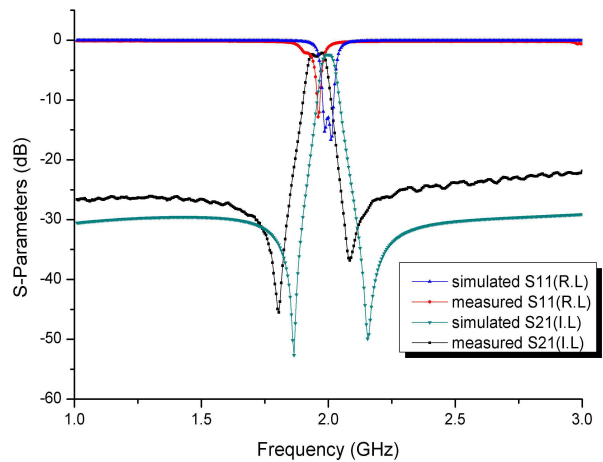
그림 3으로부터 섬동 크기에 따른 대역통과 여파기의 시뮬레이션 결과이다. 이 섬동 크기는 각 각 가로, 세로 길이(b)가 동일하다. b의 길이가 0 일때, 섬동 역할을 하지 못하고, 오직 단일모드로 동작하게 된다. 시뮬레이션을 통해 b의 길이가 1보다 작을 경우 단일 모드로 동작하는 것을 확인하였고, 두 축퇴 모드의 결합을 시키기 위한 최적의 섬동에 크기를 $b = 1$ 결정하였다.



<그림 3> 섬동 길이(b)에 따른 S-parameter (S21)

III. 측정 결과

제안한 듀얼모드 대역통과 여파기는 제작 후 HP8510C Network Analyzer 측정하였다. 전체 크기는 $19 \text{ mm} \times 19 \text{ mm}$ 중심주파수는 2GHz이다. 그림 4는 제작된 듀얼모드 대역통과 여파기의 측정 결과이다. 반사손실은 10dB, 삽입손실은 2dB 보다 좋은 결과를 얻었고, FBW는 중심주파수에서 약 5%이다. 그리고 전송영점을 통해 기존의 일반적인 패치 공진기를 이용한 듀얼모드 대역통과 여파기와 비교 했을때 좋은 스킨트(skirt) 특성, 주파수 선택도를 향상시켰다.



<그림 4> 제안한 여파기의 시뮬레이션 및 측정 결과

IV. 결론

본 논문에서는 2GHz 주파수 대역의 십자형 슬롯 패치 공진기를 이용한 듀얼모드 대역통과 여파기를 제작하였다. 슬롯의 길이를 조절하여 여파기의 크기 감소하였고, 최적의 섬동 크기 결정하여 전송영점을 통한 향상된 스킨트 특성 및 주파수 선택도를 확인하였다.

V. 참고문헌

1. Wolff, Microstrip bandpass filter using degenerate modes of amicrostrip ring resonator, IEEE Electron Lett 8 (1972), 302 - 303.
2. A. Go'ru'r, Description of coupling between degenerate modes of a dual mode microstrip loop resonator using a novel perturbation arrangement and its dual-mode bandpass filter applications, IEEE Trans Microwave Theory Tech 52 (2005), 671 - 677.
3. A. Go'ru'r, Realization of a Dual-Mode Bandpass Filter Exhibiting Either a Chebyshev or an Elliptic Characteristic by Changing Perturbation's Size, IEEE Microwave Wireless Components Letter 14 (2004), 118-120
4. W.H. Tu and K. Chang, Miniaturized dual-mode bandpass filter with harmonic control, IEEE Microwave Wireless Compon Lett 15 (2005), 838 - 840
5. J. S. Hong and M. J Lancaster, Microstrip filter for rf/microwqve applications, Wiley, Reading. 2001
6. IE3d Simulator, Zeland Software, Fremont, CA, 1997