

2012년도 대한전자공학회

하계종합학술대회 프로그램

2012 IEK SUMMER CONFERENCE

2012년 6월 27일 (수) ~ 29일 (금)

제주그랜드호텔 (제주시)

The Institute of
Electronics Engineers of Korea

주최 : 사단법인 대한전자공학회

후원 : 해동과학문화재단, 삼성전자(주), LG전자(주),
SK하이닉스, KT, 전자부품연구원, SKT(주)

협찬 : 현대자동차, 현대오트론, 현대엠엔소프트, 현대모비스,
삼성전기(주), 유정시스템(주), (주)엠에이, (주)로보티즈,
피어슨코리아, 시앤시 인스트루먼트(주), 소셜네트워크,
공간정보기술, 싸이버원, 흥능출판사

JEJU GRAND HOTEL

2. 준 3차원 환경에서의 광선 추적 기법 가속화를 위한 전처리 기법 ▶CFP-040
박현규, 이용희, 김효태, 김정태(포항공과대학교)
3. Corrugated 구조를 갖는 X-band 도파관 대역통과 필터의 설계 ▶CFP-296
음정희, 오택균, 최학근(단국대학교), 김순섭(국방부), 이동진((주)하이게인안테나)
4. A Rectenna Design Using a Trimmed Square Patch Antenna with Notch for Harmonic Rejection ▶CFP-569
Omar A. Barrera, Dong-Hyun Lee, Hyun-Chang Park(Dongguk University)
5. 주파수 및 대역폭 제어 특성을 갖는 소형 가변 대역통과 여파기 ▶CFP-256
Phirun Kim, Kolet Mok, 문태수, Girdhari Chaudhary, 정용채(전북대학교)
6. 소형 기지국용 광대역 포화 전력 증폭기 설계 ▶CFP-253
이주연, 김정준, 손정환, 지승훈, 김석현, 김범만(포항공과대학교)

6월 28일(목) 13:00~14:30

아메티스트2

컴퓨터3 (유비쿼터스 시스템 & 융합컴퓨팅)

좌장 문영식(한양대학교)

1. 태블릿 PC와 연계한 실시간 지능형 감시 시스템의 설계와 구현 ▶CFP-184
김경태, 김상민, 성동수, 이진배(경기대학교)
2. GPS 위치보정과 객체추출을 이용한 실시간 감시 시스템 ▶CFP-407
박은성, 박찬정, 성동수, 이진배(경기대학교)
3. 스마트 디바이스 및 RFID/USN기반 능동형 사업지능 서비스의 설계 ▶CFP-067
박승창(한국IT윤리지도자협회), 윤승원, 신동인((주)인진소프트), 오동섭(SCHOLARSTECHASIA)
4. 모바일 Ad-hoc 무선네트워크를 위한 멀티 홉 경로의 안정성 분석 ▶CFP-373
리데팅, 안병구(홍익대학교)
5. 모바일 GPGPU에 최적화 된 데이터 전송기법을 적용한 병렬 차선 인식 알고리즘의 구현 ▶CFP-098
구장서, 정창민, 광재창, 이광엽(서경대학교)
6. 실시간 시선추적과 손동작 인식을 사용한 제어 시스템에 관한 연구 ▶CFP-042
박수인, 이기영(울지대학교)

6월 28일(목) 13:00~14:30

사파이어

신호처리4 (영상신호처리 - 보간 및 보정)

좌장 이상근(중앙대학교)

1. 관심 영역을 이용한 자동 구도 보정 ▶CFP-328
은현하, 양용선, 박대현(강원대학교), 박현희(삼성전자), 김 윤(강원대학교)

주파수 및 대역폭 제어 특성을 갖는 소형 가변 대역통과 여파기

*Phirun Kim, Kolet Mok, 문태수, Girdhari Chaudhary, 정용채
전북대학교 전자정보공학부 및 IT융합연구센터
e-mail: fmphirun@jbnu.ac.kr

Compact Tunable Bandpass Filter with Frequency and Bandwidth Control

*Phirun Kim, Kolet Mok, Taesu Moon, Girdhari Chaudhary,
Youngchae Jeong
Division of Electronics and Information Engineering,
IT Convergence Research Center
Chonbuk National University

Abstract

This paper presents a new type of compact tunable bandpass filter (BPF) with controllable center frequency and bandwidth based on varactor loaded transmission line dual-mode resonator. The center frequency of passband can be controlled by tuning the even- and odd-mode resonant frequencies of resonator. The bandwidth of passband can be controlled by fixing the odd-mode and changing the even-mode resonant frequency. The design equation and procedures are derived and two-pole microstrip tunable BPF were designed and experimentally verified. The measured results were good agreement with the simulation results.

I. 서론

현대의 무선통신시스템에서 전기적으로 조절할 수 있는 마이크로파 필터 특성에 대한 수요가 꾸준히 증가해 왔다. 이러한 요구조건을 만족하기 위해서 미세 전자제어기술 (MEMS), PIN 다이오드, 압전변환기, 바

랙터 다이오드[1]-[3]와 같은 가변소자들을 이용하여 가변 대역통과 여파기 설계에 적용되어 왔다. 이 중에서 바랙터 다이오드는 동작 속도가 빠르고 안정도가 높기 때문에 가변 여파기 설계에 널리 사용된다 [4]-[9].

기존의 중심 주파수만을 가변하는 여파기 구조에 비해서, 중심주파수와 대역폭을 동시에 가변하는 시도는 거의 없었다. 참조논문 [10]에서는 전송선로의 전기적 길이와 공진기 결합(coupling)을 전기적으로 조절함으로써 중심주파수와 대역폭을 조절하는 combine 여파기를 제시하였다.

본 논문에서 제안하는 소형 가변 대역통과 여파기는 중심 주파수와 대역폭을 동시에 조절할 수 있다. 우(even), 기(odd) 모드 분석을 이용하여 우기 모드 공진 주파수를 가변함으로써 중심주파수를 가변할 수 있고, 기 모드를 고정하고 우 모드 공진주파수를 조절함으로써 대역폭을 가변시킬 수 있음을 제시하였다.

II. 제안하는 가변 이중모드 공진기의 특성

그림 1은 제안하는 이중 모드 공진기의 구조를 나타낸다. 이론적 분석을 위해 특성 어드미턴스 Y 를 갖고,

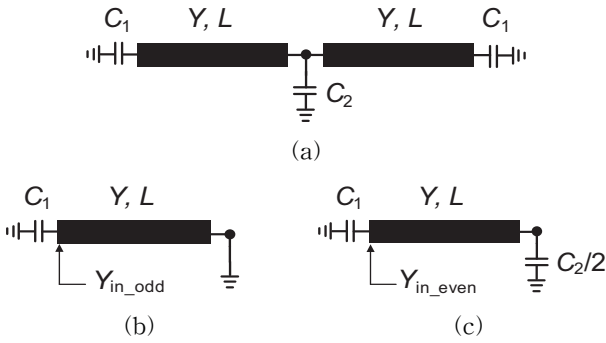


그림 1. (a) 제안하는 공진기의 기본구조, (b) 기 모드 분석, (c) 우 모드 분석.

전체 길이가 2L인 무손실 전송선로로 가정하였다. 두 캐패시터는 전송선로의 양 끝에 부착되었고, 나머지 한 개의 캐패시터는 전송선로의 중심점에 부착되었다. 제안하는 구조가 대칭구조이기 때문에 공진 주파수를 얻기 위해 우기 모드 분석이 적용될 수 있다 [11].

그림 1. (b)에서 기 모드 입력어드미턴스를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Y_{in_odd} = j \left[\omega_{odd} C_1 - Y \cot(\beta L) \right] \quad (1)$$

식 (1)에서 β 는 전송선로의 전파상수이다. 기 모드 입력 어드미턴스의 허수성분이 0이 되는 공진조건을 적용하면 다음과 같이 기 모드 공진 주파수를 결정할 수 있다.

$$f_{odd} \times \tan \left(\frac{2\pi f_{odd} L}{v_p} \right) = \frac{Y}{2\pi C_1} \quad (2)$$

식 (2)에서 v_p 는 위상속도이다. 식 (2)를 통해 전송선로의 끝에 연결되는 C_1 값에 따라 기 모드 공진주파수가 변한다는 것을 알 수 있으며, 전송선로의 중심에 연결된 캐패시터의 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다.

우 모드 조건에서는 제안하는 공진기를 그림 1 (c)과 같이 등가적인 절반 회로로 표현할 수 있다. 우 모드 입력 어드미턴스는 다음과 같이 주어진다.

$$Y_{in_even} = j \left(\omega_{even} C_1 + Y \frac{\omega C_2/2 + Y \tan(\beta L)}{Y - \omega \tan(\beta L) C_2/2} \right) \quad (3)$$

식 (3)에서 C_2 는 전송선로의 중심에 연결되는 캐패시터이다. 공진조건에서 우 모드 공진주파수는 다음과 같이 결정된다.

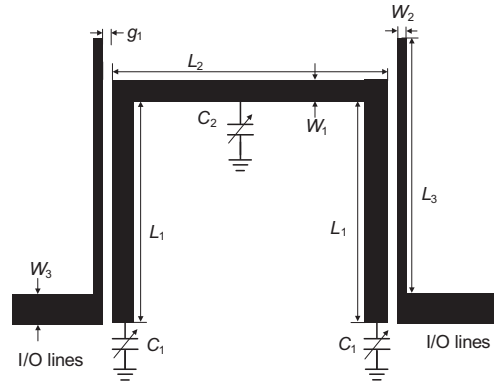


그림 2. 제안하는 가변 여파기 그림 및 물리적 길이. ($L_1 = 7.2$ mm, $L_2 = 10.4$ mm, $L_3 = 11$ mm, $W_1 = 1$ mm, $W_2 = 0.4$ mm, $W_3 = 2.4$ mm, $C_{dc} = 5.2$ pF).

$$\left(f_{even} - \frac{Y^2}{2\pi^2 f_{even} C_1 C_2} \right) \tan \left(\frac{2\pi f_{even} L}{v_p} \right) = \frac{Y(C_1 + C_2/2)}{\pi C_1 C_2} \quad (4)$$

식 (4)로부터 우 모드 공진주파수는 C_1 과 C_2 값에 의해 결정되는 것을 알 수 있다. 또한 C_1 값이 고정인 상태에서(홀수모드 공진주파수가 고정) 우 모드 공진 주파수는 C_2 값만으로 조절할 수 있다. 이러한 특성은 제안하는 가변 여파기의 대역폭을 조절할 수 있도록 한다.

III. 측정 및 분석

그림 2는 이중 모드 마이크로스트립 가변 대역통과 여파기의 그림이다. 가변 캐패시터는 Skyworks 사의 SMV-1233-079LF를 사용하였고, EM 시뮬레이션에서는 이상적인 캐패시터를 사용하였다. 시뮬레이션 후에 그림 2와 같이 여파기의 물리적인 파라미터 값들이 결정되었다.

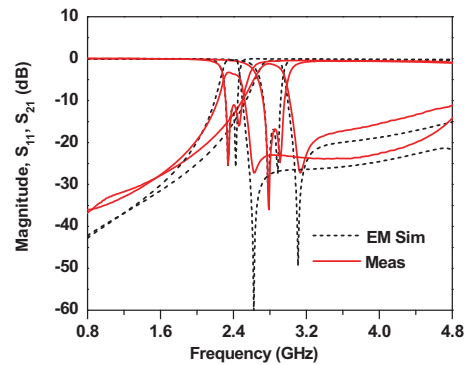


그림 3. 통과대역의 중심주파수의 조정 특성에 대한 시뮬레이션 및 측정결과.

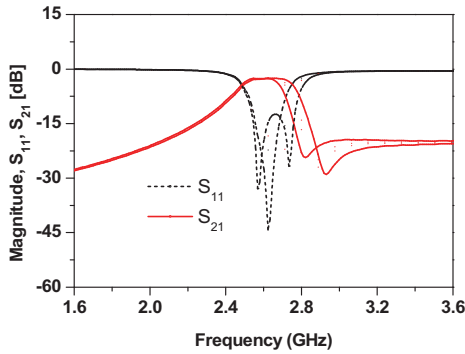


그림 4. 통과 대역의 3 dB 대역폭 가변에 대한 측정 결과.

그림 3은 바이어스 전압에 따른 제안하는 이중모드 대역통과 여파기의 시뮬레이션 및 측정결과를 나타낸다. 측정 결과에서 거의 일정한 상대 대역폭을 유지하면서 2.36-2.85 GHz 범위로 가변되는 것을 알 수 있다. 반사 손실은 전체 가변 영역에서 12 dB 이상 얻었고, 삽입 손실은 1.45-3.52 dB를 얻었다. EM 시뮬레이션에서 이상적인 커패시터를 사용했기 때문에 측정된 삽입 손실이 시뮬레이션보다 조금 더 높다.

그림 4는 2.65 GHz의 고정된 중심주파수에 대해서 3 dB 대역폭을 가변한 측정 결과이다. 이러한 특성은 전송선로 양단에 연결된 바랙터 다이오드의 바이어스 전압이 고정하여 기 모드 공진 주파수가 고정인 조건에서 얻을 특성이다.

실험을 통하여 전송선로의 중심에 연결된 바랙터 다이오드의 바이어스 전압을 가변함으로써 2.65 GHz의 고정된 중심주파수를 갖는 동시에 3 dB 대역폭을 227-300 MHz 범위(8.56-11.3%의 상대대역폭)로 가변할 수 있었다. 그림 5는 제작된 여파기의 사진이다. 여파기의 전체 크기는 25mm × 30 mm이다.

IV. 결론

본 논문에서는 중심 주파수와 대역폭을 동시에 조절할 수 있는 소형 대역통과 여파기를 제안하였다. 커플링이 존재하지 않는 기 모드와 우 모드의 공진 주파수를 조절함으로써 제안하는 여파기의 통과대역 중심주파수를 가변시킬 수 있었다. 이와 유사한 방법으로 기 모드 공진 주파수를 고정시키고, 우 모드 공진 주파수를 가변함으로써 통과 대역의 대역폭을 가변시킬 수 있다. 이론적 분석을 증명하기 위해 두 개의 극점을 갖는 가변 대역통과 여파기를 시뮬레이션과 실험을 통해 증명하였고, 측정결과가 시뮬레이션 결과와 일치함을 나타내었다.

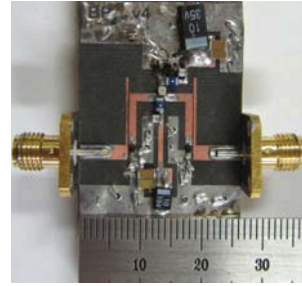


그림 5. 제작된 가변 대역 통과 여파기의 사진.

참고문헌

- [1] K. Entersari and G. M. Rebeiz, "A 12-18 GHz three-pole RF MEMS tunable filter," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 53, no. 8, pp. 2566-2571, Aug. 2005.
- [2] B. Liu, F. Wei, and X. Shi, "Reconfigurable bandpass filter based on net-type stepped impedance resonator," *IET Electronics Letters*, vol. 46, no. 22, pp. 1506-1507, Feb. 2010.
- [3] L. H. Hsieh and K. Chang, "Tunable microstrip bandpass filter with two transmission zeros," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 51, no. 2, pp. 520-525, Feb. 2003.
- [4] J. Long, C. Li, W. Cui, J. Huangfu, and L. Ran, "A tunable microstrip bandpass filter with two independently adjustable transmission zeros," *IEEE Microw. Wireless Compon. Letters*, vol. 21, no. 2, pp. 74-76, Feb. 2011.
- [5] B. W. Kim and S. W. Yun, "Varactor tuned combline bandpass filter using step-impedance microstrip line," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 52, no. 4, pp. 1279-1283, Apr. 2004.
- [6] I. C. Hunter and J. D. Rhodes, "Electronically tunable microwave bandpass filters," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 30, no. 9, pp. 1354-1360, Sep. 1982.
- [7] A. R. Brown and G. M. Rebeiz, "A varactor tuned RF filter," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 48, no. 7, pp. 1157-1160, Jul. 2000.
- [8] S. J. Park and G. M. Rebeiz, "Low loss two pole tunable filters with three different predefined bandwidth characteristics," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 56, no. 5, pp. 1137-1148, May 2008.

- [9] W. Tang and J. Hong, "Varactor-tuned dual-mode bandpass filters," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 58, no. 8, pp. 2213-2219, Aug. 2010.
- [10] W. Tang and J. Hong, "Reconfigurable microstrip combline filter with tunable center frequency and bandwidth," in *Asia Pacific Microw. Conference Proceedings*, pp. 1162-1165, Dec. 2011.
- [11] X. Y. Zhang and Q. Xue, "High selectivity tunable bandpass filters with harmonic suppression," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 58, no. 4, pp. 964-969, Apr. 2010.