

# 새로운 헤어핀 타입 대역통과필터

채동규 · 김동현 · 임문혁 · 윤기완

한국정보통신대학교

## New Hairpin Type Bandpass Filter (BPF)

Dongkyu Chai · Donghyun Kim · Munhyuk Yim · Giwan Yoon

Information and Communications University

E-mail : khshh@weppy.com

### 요 약

테플론을 기반으로 기존의 interdigital 타입 공진기를 발전시킨 대역통과필터가 설계, 측정 및 시뮬레이션 결과와 비교되었다. 제안한 필터의 중심 주파수는 12 GHz이고 저가, 저손실의 장점이 있으며 크기는 34 mm × 10 mm이다.

### ABSTRACT

A new hairpin type bandpass filter (BPF) with novel type of resonators on Teflon substrate is designed, measured, and compared with its simulation results. The proposed filter seems to have advantages of low cost and low loss, thus being very useful for 12 GHz RF applications.

### 키워드

BPF, IL, RL, microstrip, Teflon

## I. 서 론

일반적으로 마이크로 스트립 라인 필터는 커플링 길이에 따라  $\lambda/2$  필터 [1]와  $\lambda/4$  필터 [2][3][4][5]로 나눌 수 있다.  $\lambda/2$  필터의 대표적인 예로써 end-coupled 필터를 들 수 있는데, end-coupled 필터는 MIC나 MMIC와 같이 정밀도가 매우 높은 반도체 공정을 필요로 한다. 반면  $\lambda/4$  필터의 대표적인 예로써 헤어핀 타입 필터를 들 수 있는데, 헤어핀 타입 필터는 정밀도는 다소 떨어지지만 제조비가 저렴한 PCB 에칭 공정으로 제작할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 interdigital 타입 필터 [6]를 발전시켜 공진기를 서로 엇갈리게 배치하여 크기를 더 줄인 헤어핀 타입 대역통과필터를 제안한다.

## II. 설 계

그림 1은 커플링 수가 n개인 필터의 등가 회로를 나타낸다 [6]. 즉 각 커플링은 인덕턴스와 커패시턴스로 구성되어 있고 필터는 이러한 커플링

들이 직렬로 연결 되어 있는 구조로 등가화 시킬 수 있다.

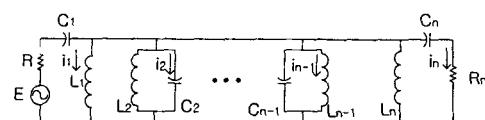


그림 1. 커플링이 n개인 필터의 등가 회로

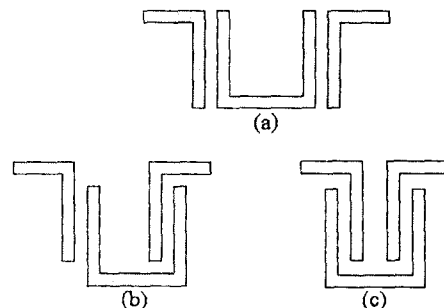


그림 2. 커플링이 n개인 필터의 등가 회로

그림 2는 기존의 공진기와 제안한 공진기의 크기를 비교한 것이다. (a)는 전형적인 헤어핀 타입 공진기이고 (b)는 두 번째 커플링을 교차되게 배치하였다. (c)는 제안한 공진기로서 크기를 더욱 줄이기 위하여 커플링 2개 모두 교차되게 배치하였다.



그림 5. 필터의 사진

### III. 측정 및 비교

그림 3은 설계한 필터의 단면도를 나타낸다. 아래층과 위층은 두께가 각각 18 $\mu$ m인 금으로 하였다. 아래층은 접지면, 위층은 마이크로 스트립 라인 역할을 하고 금과 금 사이에는 테플론이 위치한다. 설계에 사용한 테플론은 CGP-502E 계열로서 상대 유전율은 2.5, 손실 탄젠트는 10GHz에서 0.0025, 두께는 500 $\mu$ m이다.

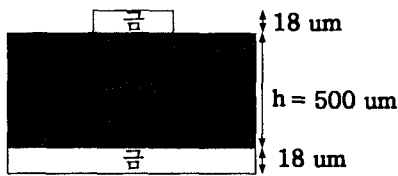


그림 3. 필터의 단면도

그림 4는 필터의 top-view로서 크기는 34mm  $\times$  10mm이다. 50  $\Omega$  매칭을 위한 입/출력단의 폭 ( $W_1$ )은 1.4mm이고, 100 MHz 대역폭을 얻기 위한 커플링 간격 ( $S_1, S_2, S_3$ ), 중심 주파수가 12 GHz에 오도록 하기 위한 커플링 길이 ( $L_1$ )는 그림 4에 표시되었다.

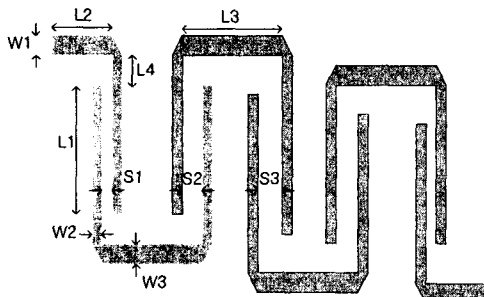


그림 4. 12 GHz BPF의 Top-view. 여기서  $W_1=1.4$ ,  $W_2=0.3$ ,  $W_3=1.2$ ,  $L_1=2.2$ ,  $L_2=5$ ,  $L_3=6.2$ ,  $L_4=2.7$ ,  $S_1=0.1$ ,  $S_2=0.4$ ,  $S_3=0.5$  mm.

그림 5는 제작한 필터의 사진이다. 측정을 위해 SMA를 연결한 상태이고 일반적으로 SMA의 삽입 손실은 0.3dB로 잡는다.

그림 6과 표 1은 필터의 삽입 손실, 반사 손실을 시뮬레이션 결과와 측정 결과를 함께 나타낸 것이다. 측정 결과는 시뮬레이션 결과에 비해 중심 주파수는 0.5GHz 만큼 오른쪽으로 이동, 삽입 손실은 3dB 이하, 대역폭은 1.36GHz로 증가하였다.

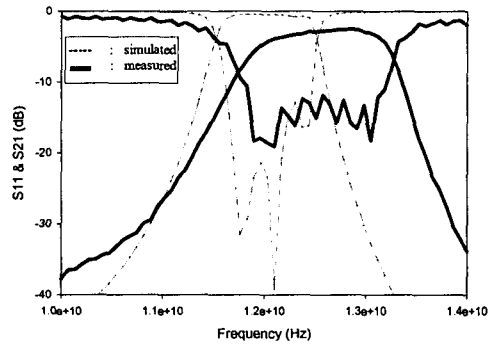


그림 6. 필터의 삽입 손실 및 반사 손실

표 1. 중심 주파수 및 삽입손실 변화

	시뮬레이션	측정
중심 주파수 (GHz)	12	12.5
삽입 손실 (dB)	0.6	2.9
대역폭 (GHz)	1	1.36

### IV. 결 과

본 논문에서 설계한 필터의 중심 주파수는 12 GHz로서 테플론을 사용한 기판으로서 매우 높은 주파수 대역이다. 한편 측정 결과는 시뮬레이션 결과에 상당히 근접한다. 더욱이 제안한 필터는 공진기들을 교차되게 배치함으로써 필터 크기를 줄일 수 있다.

참고문헌

- [1] D. G. Swanson, "A novel method for modeling coupling between several microstrip lines in MIC's and MMIC's", *IEEE Trans. Microwave Theory and Tech.*, vol. 39, no. 6, pp. 917-923, 2002.
- [2] C. Y. Chang, C. C. Chen, and H. J. Huang, "Folded quarter-wave resonator filters with Chebyshev, flat group delay, or quasi-elliptical function response" *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, vol. 3, pp. 1609-1612, 2002.
- [3] C. M. Tsai, S. Y. Lee, C. C. Chuang, and C. C. Tsai, "A folded coupled-line structure and its application to filter and diplexer design" *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, vol. 3, pp. 1927-1930, 2002.
- [4] G. L. Matthaei, "Narrow-band, band-pass filters with zig-zag, hairpin-comb resonators" *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, vol. 3, pp. 1931-1934, 2002.
- [5] R. K. Settaluri, A. Weisshaar, and V. K. Tripathi, "Compact multi-level folded-line bandpass filters" *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, vol. 1, pp. 311-314, 2000.
- [6] J. S. Hong, "Microstrip Filters for RF/Microwave Applications", John Wiley & Sons