고조파 억압을 위한 피드 구조를 가진 SIR CPW 대역통과 여파기

박광선。, 신철재
아주대학교 전자공학부
E-mail : kspark74@ajou.ac.kr

SIR CPW bandpass filter with folded feed structure for suppressing spurious harmonics

Kwang-Sun Park, Chull-Chai Shin
School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

Abstract

In this paper, we introduce the SIR typed bandpass filters in CPW structures for shifting spurious harmonic frequency into higher frequency band. And we proposed the effective feed structures for suppressing spurious frequency in the SIR typed CPW bandpass filters. The designed folded feed structures have lowpass filtering characteristic. They are very effective feed types in the CPW bandpass filters for suppressing harmonics. The measured results of the CPW bandpass filter with folded feed line shows that it has suppressed and wide out-of-band up to 5.8fo.

Key words : SIR, feed line, spurious frequency, out-of-band

I .서론

CPW(Coplanar Waveguide) 구조는 접지면이 신호선과 동일평면상에 있어 via나 short stub 등을 쉽게 구현 할 수 있을 뿐만 아니라, FET나 BJT같은 반도체의 실장이 용이하여 관심을 받고 있는 구조이다. 대역통과 여파기는 마이크로파 통신 시스템에 있어 필수적인 부품이며 CPW 구조에서도 대역통과 여파기의 연구가 다양하게 이루어져 왔다[1-4]. 최근에는 CDMA, PCS, Bluetooth 나 UMTS 같은 다양한 통신 서비스가 나타나고, 장래에는 더 많은 통신 서비스가 다양한 주파수 대역에서 이루어지리라 보인다. 따라서, 인접한 통신 서비스 및 서비스 내에서 인접 채널간의 간섭등의 현상이 점차 심해지리라 보인다. 따라서, 인접 채널 간의 혼선을 막고자 최근에는 서비스 대역 이외의 대역에서 spurious harmonics 성분을 억압하는 여파기가 필요하게 되었으며 이에 대한 연구가 많이 진행되었다[1],[5].

Spurious harmonics 성분을 막기 위하여 최근에는 spurious harmonics 주파수 성분을 고주파 성분으로 옮기는 SIR(Stepped Impedance Resonator) 타입의 여파기들이 소개되어 왔다[5-7]. 이러한 SIR 타입의 여파기들은 주로 임피던스의 비율인 Z_H/Z_L에 의해 spurious harmonic 주파수의 억압대역이 결정된다. 그렇지만, 이러한 SIR 타입의 여파기는 임피던스 비율의 조절에 제작 여건상의 한계가 있으며, 따라서 보다 넓은 대역에서의 spurious harmonics 성분을 제거하기 힘든 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 일부 응용에서는 접지 면에 slot을 뚫어 높은 임피던스를 얻어 임피던스 비율을 높이기도 하였다[1]. 이러한 방식은 마이크로스트립 타입의 전송구조에서 가능한 방식으로 CPW 전송구조에서는 다른 방식이

요구된다.

본 논문에서는 spurious harmonics 주파수를 억압하는 피드 구조를 가진 SIR 타입의 CPW 대역 통과 여파기를 제안하였다. 이 구조는 저역통과 기능을 갖는 피드 구조를 적용한 후에 대역통과 설계시에 입력단과 출력단을 제외한 공진기간의 상호커플링은 기존의 대역통과 여파기 설계기법을 동일하게 적용할 수 있다. 설계된 3폴 CPW 대역통과 여파기는 2.3 GHz의 중심주파수에서 10% 대역폭을 가지면서 5.8fo까지의 대역에서 Spurious harmonics 성분을 -20dB 이하로 억압하는 특성을 보인다.

II. SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기

일반적으로 Spurious harmonics 주파수를 제거하기 위하여 Spurious harmonics 성분을 고주파로 이동시키는 SIR 타입의 여파기들이 마이크로스트립 구조에서 다양하게 연구되어 왔다[5-7]. 이러한 SIR 타입의 기본 원리는 CPW 구조에서도 그대로 응용될 수 있다.

그림 1은 CPW 구조에서 구현된 SIR 타입의 대역통과 여파기이다. 접힌 스터브를 가지는 공진기는 edge coupled 영역에서 낮은 임피던스를 가지며 가운데 부분에서는 접지면과의 거리가 멀어지므로 높은 임피던스를 가진다[6]. 따라서, 이러한 임피던스의 비로 인하여 SIR 타입의 공진기로 동작하게 되며, 그림2에서 이것을 확인할 수 있다.

그림 2는 FIM(Finite Integration Method) 방식을 이용한 CTS사의 Microwave Studio (ver. 4.0)를 사용하여 시뮬레이션한 SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기의 결과이다. 설계에는 비유전율 ε_r = 10.2이며

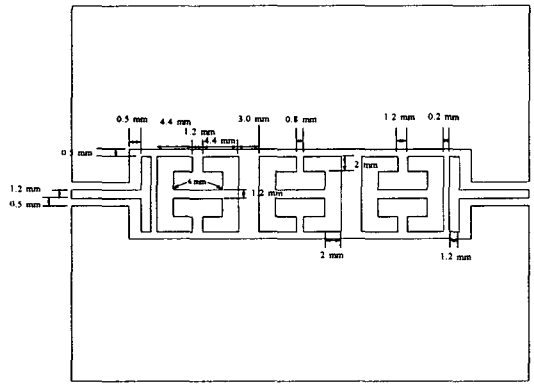

그림 1. SIR타입의 CPW 대역통과 여파기

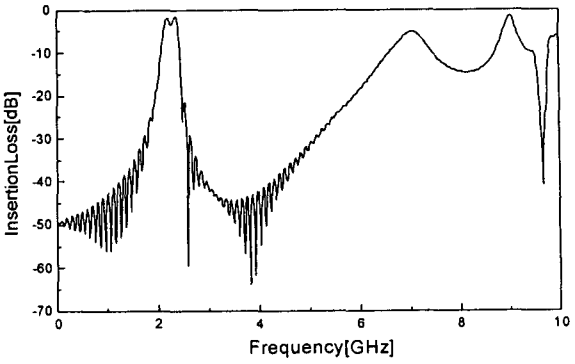

그림 2. SIR 타입 CPW 대역통과 여파기의 시뮬레이션 결과

두께 h = 1.27mm인 duroid 기판이 사용되었다.

그림에서 보이는 것과 같이 설계된 SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기는 $3f_0$까지 저지대역을 형성한다. 이러한 저지 대역은 임피던스의 비를 높임으로 일정한 대역까지는 가능하다[8].

III. 접힌 피드 구조를 갖는 CPW 대역통과 여파기

CPW 구조에서 임피던스 비율을 높이기 위해선 제작 공정상의 많은 어려움이 있다. 따라서 이러한 임피던스 비율이 아닌 다른 방식으로 저지 대역에서 효과적인 억압을 할 필요가 있다. 그림 3은 이러한 목적을 위해 제안된 피드 구조를 가지는 CPW 대역통과 여파기의 구조이다.

앞에서 제안된 피드 구조는 저역통과 여파기의 기능을 가진다. 피드 구조에서 접힌 스터브의 길이는

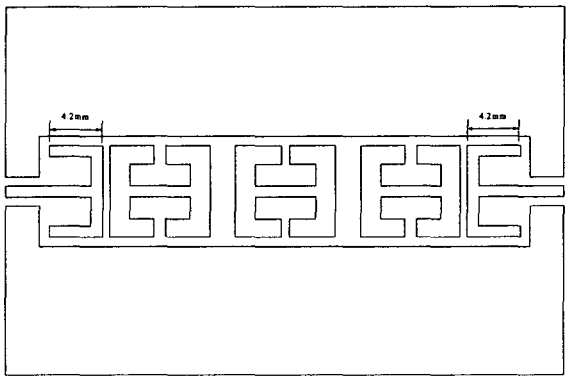

그림 3. 접힌 피드 구조를 갖는 CPW 대역통과 여파기

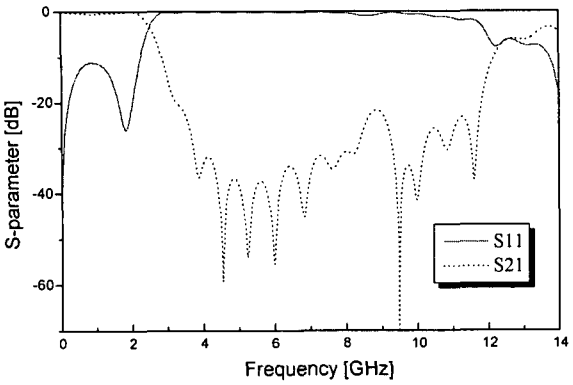

그림 4. 제안된 피드 구조의 S-parameter 특성

통과대역인 중심주파수 영역에서는 우수한 통과특성을 나타내며, spurious harmonics 성분이 나타나는 $3f_0$에서는 저지특성이 우수하게 나타나도록 그 길이를 조절하여야 한다.

제안된 피드 구조는 두 번째 Spurious harmonics 성분이 나타나는 $3f_0$~$5.5f_0$까지 효과적으로 Spurious harmonics 성분을 억압하면서 통과대역인 2.3GHz 대역에서는 우수한 통과특성을 나타내도록 접힌 스터브의 길이를 4.2mm로 결정하였다.

그림 4는 제안된 피드 구조가 가지는 S-parameter 특성이다. 그림에서 나타난 바와 같이, 제안된 피드 구조는 SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기의 spurious harmonics 주파수가 나타나는 영역에서 우수한 저지 특성을 갖는 저역통과 여파기의 역할을 한다. 따라서 이러한 피드 구조를 기존의 SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기에 사용될 경우 그림 2에서 나타나는 Spurious harmonic 주파수들이 억압된다.

그림 5는 기존의 SIR CPW 대역통과 여파기와 접힌 스터브 피드를 갖는 중심주파수 f_0 = 2.3 GHz이며 10% 대역폭을 가지는 SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기의 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 $5.5f_0$까지 저지대역을 -20dB 이하로 억압한다. 따라서 제안된 피드 구조가 Spurious harmonics 성분의 억압에 매우 유용함을 알 수 있다.

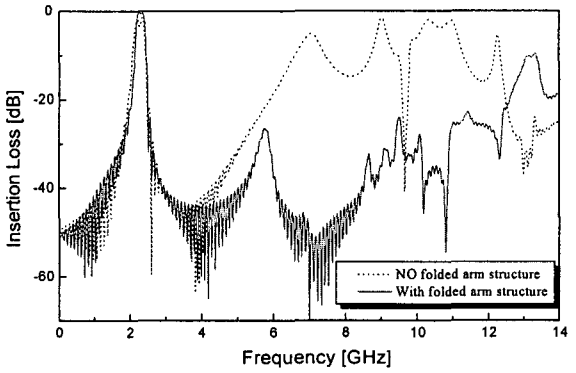

그림 5. 기존 SIR CPW와 접힌 스터브 피드를 갖는 대역통과 여파기의 시뮬레이션 비교

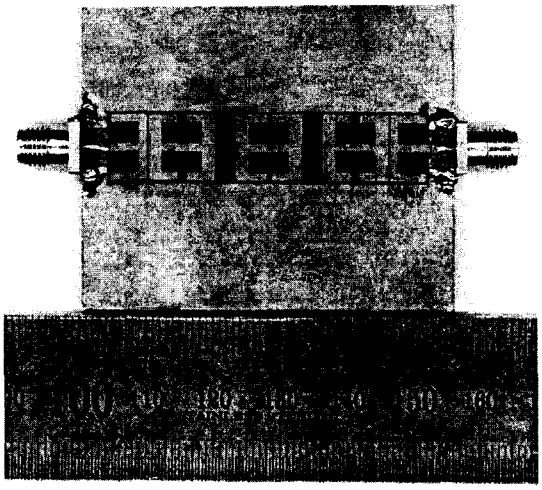

그림 6. 접힌 스터브 피드를 갖는 CPW 대역통과 여파기의 제작된 사진

Ⅳ. 제작 및 측정결과

그림 6은 효과적인 피드 구조를 사용한 CPW 대역통과 여파기의 제작 사진이며, HP 8510C Vector Network Analyzer를 이용하여 측정되었다. 그림 7에 CST사의 Microwave Studio 시뮬레이션과 측정된 결과를 나타내었다. 측정된 결과는 $5.8f_0$까지 -20dB 이하로 spurious harmonics 성분을 억압하며, 시뮬레이션 결과와 유사한 좋은 특성을 보인다.

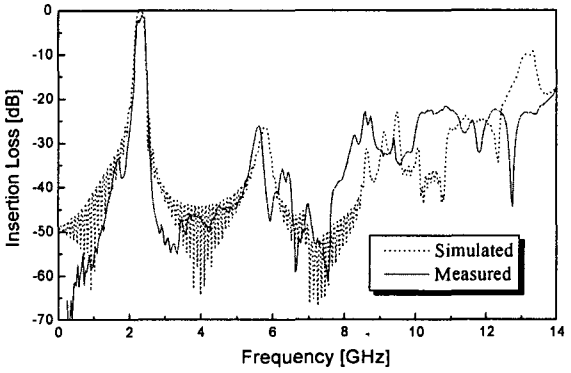

그림 7. 접힌 피드 구조를 갖는 CPW 대역통과 여파기의 시뮬레이션과 측정결과 비교

V. 결론

본 논문에서는 spurious harmonics 성분을 제거하기 위하여 널리 이용되는 SIR 타입의 대역통과 여파기를 CPW 구조에서 구현하였다. 그리고, 넓은 저지대역을 갖기 위한 효과적인 피드 구조를 제안하여 SIR 타입의 CPW 대역통과 여파기에 응용하였다. 설계된 CPW 대역통과 여파기는 5.8fo까지 -20dB 이하의 넓은 저지대역을 형성한다.

VI. 참고 문헌

[1] Cedric Quendo, Eric Rius, Christian Person, and Michel Ney, "Integration of Optimized Low-Pass Filters in a Bandpas Filter for Out of Band Improv+ement," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 49, no. 12, pp.2376-2383, Dec. 2001.

[2] K. HETTAK and G. DELISLE, "A New Miniature Uniplanar Lowpass filter using series resonators," *IEEE MTT-S Digest.*, pp.1193-119, 1998.

[3] Jiafeng Zhou, M.J. Lancaster and F. Huang, "Compact superconducting coplanar meander line filters," *Electronics Letters.*, vol. 39, no. 8, pp.665-667, Apr. 2003

[4] George E. Ponchak and Linda P.B. Katehi, "Open- and Short-Circuit Terminated Series Stubs in Finite-Width Coplanar Waveguide on Silicon," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 45 no. 6, pp.2376-2383, June. 1997.

[5] Jen-Tsai Kuo and Eric Shih, "Microstrip Stepped Impedance Resonator Bandpass Filter With an Extended Optimal Rejection Bandwidth," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 51, no. 5, pp.1554-1559, May. 2003.

[6] J.S. Hong and M.J. Lancaster, "End-coupled microstrip slow-wave resonator filter," *Electronics Letters.*, vol. 32, no. 16, pp.1494-1496, Aug. 1996.

[7] Jen-Tsai Kuo and Eric Shih, "Stepped Impedance Resonator Bandpass Filters with Tunable Transmission Zeros and Its Application to Wide Stopband Design," *IEEE MTT-S Digest.*, pp.1613-1616, 2002.

[8] M. Makimoto, and S. Yamashita, *Microwave resonators and filters for wireless communication*, Springer, 2000