

향상된 커플링 구조를 이용한 새로운 이중모드 마이크로스트립 대역통과 필터

정 회성(鄭 會城)*, 강 은균(姜 恩均)*, 이 운주(李 允柱)*, 임 춘섭(林 春燮)*,
권 성수(權 成洙)*, 나 극 환(羅 克 換)*
광운대학교 전자공학과*

Novel Dual-Mode Microstrip BandPass Filters with Enhanced Coupling Structures

Hoe-Sung Jung, Eun-Yun, Kang, Youn-Ju, Lee, Chun-Sub Lim,
Sung-Su Kwoun, Keuk-Hwan Ra
Department of Electronics Engineering Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 무선LAN용으로 사용할 수 있는 마이크로 스트립을 이용한 대역통과 필터를 설계하였다. 기존의 링이나 square loop 의 구조를 이용한 공진기와는 다르게 cross loop 와 meander loop 의 구조를 이용한 공진기를 혼합한 형태로써 크기가 상당히 줄어든 새로운 구조의 BandPass Filter를 설계하였다.

I. 서론

무선 통신에서의 빠른 변화가 능동 및 수동회로의 발전에 기여해왔다. 이중모드(Dual-mode) 마이크로 스트립 대역통과 필터는 크기가 작고 Q값이 높으며 좁은 대역의 훌륭한 특징을 갖고 있기에 많은 관심의 대상이 되어 왔다.

십여년 전에 이미 이중모드 마이크로 스트립 대역통과 필터가 소개되었고 그것은 회로내의 불연속성을 소개하면서 2개의 Transmission zeros를 가능하게 했다.

우선 마이크로 스트립 링 공진기를 소개하고 이 공진기의 degenerate mode를 설명한다. dual-mode에서 가장 간단한 두 모델을 거론한 후 dual-mode 필터에 대해서 설명하고자한다.

Square loop 공진기는 다소 대역이 좁은 단점이

있지만 향상된 커플링 구조를 이용하여 대역폭은 좀 더 넓힐 수 있다.

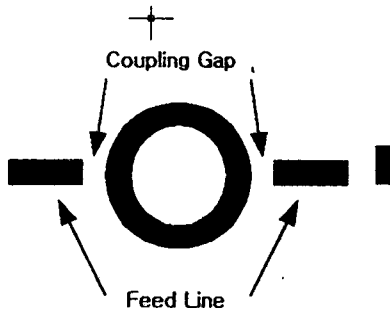
이 밖에 십자가형(Cross structure)공진기를 이용한 대역통과 필터와 Meander loop 공진기를 이용한 마이크로 스트립 대역통과 필터를 소개하고 더 협소하며 특성이 좋은 Cross Meander loop 공진기를 이용하여 새로운 구조와 향상된 커플링 구조로 설계 및 제작된 마이크로 스트립을 이용한 대역통과 필터를 논의하고자 한다.

II. 본론

1. 마이크로스트립 링 공진기

링 공진기는 페루프 형태의 전송라인이다. 기본 구

성은 급전 라인, 커플링 간격 그리고, 링 공진기로 되어있다. <그림 1>은 한 가지 배열 가능한 구성을 보인 것으로 전기적인 신호는 급전 라인과 커플링 공간을 통해 링 공진기로 들어가고 또 나오게 된다. 만약 급전 라인과 공진기 사이의 간격이 크다면, 커플링은 링의 공진 주파수에 영향을 주지 못한다.



<그림 1>

<그림 1>과 같은 타입의 커플링 구조는 흔히 Loose 커플링 구조로 알려져 있다. 링의 원주는 식 (1)에서 나타내는 바와 같이 관내파장(λ_g)과 같으며 마이크로스트립 폭은 특성 임피던스 50Ω 에 맞게 설계한다.

$$2\pi r = n \lambda_g \quad \text{for } n = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (1)$$

2. 링 공진기의 Degenerate Modes

Magnetic-wall model 에 의하면 마이크로 스트립 링 공진기는 실제로 두 개의 degenerate modes를 지원한다는 것을 알 수 있다. 두 degenerate modes에 대한 Field Solution 은 다음과 같이 맥스웰 방정식과 경계조건을 만족해야만 한다.

$$E_n = (AJ_n(kr) + BN_n(kr)) \cos(n\phi) \quad (2-a)$$

$$H_r = \frac{n}{j\omega\mu_0} (AJ_n'(kr) + BN_n'(kr)) \sin(n\phi) \quad (2-b)$$

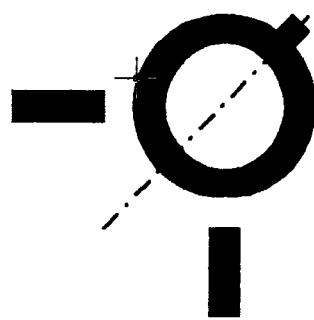
$$H_\phi = \frac{k}{j\omega\mu_0} (AJ_n'(kr) + BN_n'(kr)) \cos(n\phi) \quad (2-c)$$

$$E_z = (AJ_n(kr) + BN_n(kr)) \sin(n\phi) \quad (2-d)$$

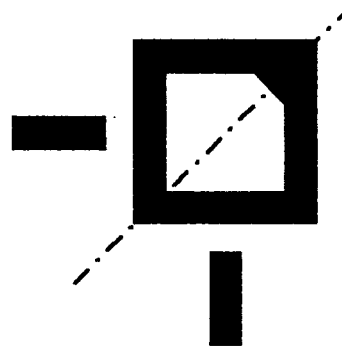
$$H_r = \frac{-n}{j\omega\mu_0 r} (AJ_n(kr) + BN_n(kr)) \cos(n\phi) \quad (2-e)$$

$$H_\phi = \frac{k}{j\omega\mu_0} (AJ_n'(kr) + BN_n'(kr)) \sin(n\phi) \quad (2-f)$$

위 식에서 A와 B는 상수이며, k는 전파상수, ω 는 각 주파수, J_n 은 n차 1종 Bessel 함수, N_n 은 n차 2종 Bessel 함수이다. J_n' 과 N_n' 은 Bessel 함수의 미분을 표시한다. 식(2)에서 보는 바와 같이 sin과 cos함수가 서로 엇갈려 있으므로 두 모드는 직교한다. 이는 공진기 내부에는 각각 시계방향과 반시계 방향으로 진행되는 두 개의 모드가 존재함을 설명한다. 만약 링 공진기가 대칭적인 feedline과 연결이 되어있으면 두 개의 degenerate modes는 하나의 모드처럼 보이게 되지만 공진기 자체가 비대칭적이거나 또는 feedline이 비대칭적으로 연결되어 있으면 공진기의 공진 주파수가 분리되는 특성을 보인다.



<그림 2>



<그림 3>

위의 <그림2>과 <그림3>와 같이 pacht를 갖는 공진기 외에 slit, notch 그리고 LRS(local resonant

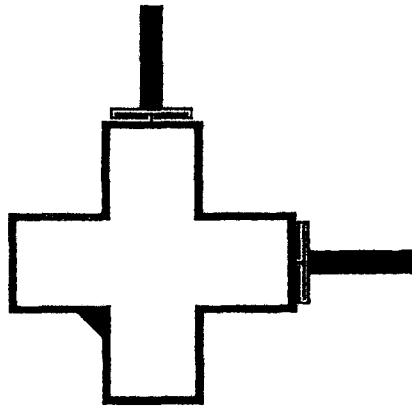
section)을 갖는 것이 있으며 비대칭 feedlines으로도 표현할 수 있다.

단일 공진기에서 degenerate modes를 얻는 방법은 불연속성을 나타내는 것인데 일반적인 방법은 다음과 같다.

- 1) 입력과 출력이 물리적으로 90° 로 떨어져 있어야 한다.
- 2) 구조 자체는 공진기 내의 입사파와 반사파를 발생시킬 수 있는 불연속성을 가져야 한다.
- 3) 회로내에 대칭면이 존재하여야 한다.

3. 이중모드 마이크로스트립 십자가형 루프 공진기(Cross loop resonator)

십자가형 루프 공진기가 <그림 4>에 나타내었다. 라인의 총길이는 λ_g 이며 차지하는 표면적은 대략 $\lambda_g/4 \times \lambda_g/4$ 이다. 한쪽에 patch를 가짐으로써 두의 degenerate modes를 가짐을 알 수 있다. 또한 입력과 출력부근에서의 coupling을 강화 시켰다.

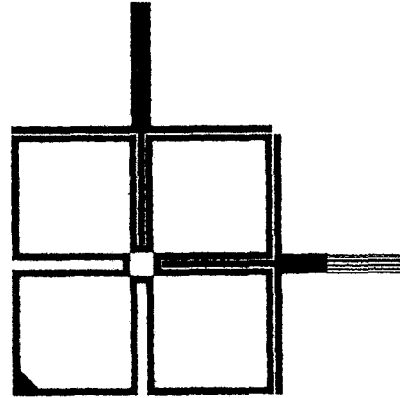


<그림 4>

4. 이중모드 마이크로스트립 Meander 루프 공진기

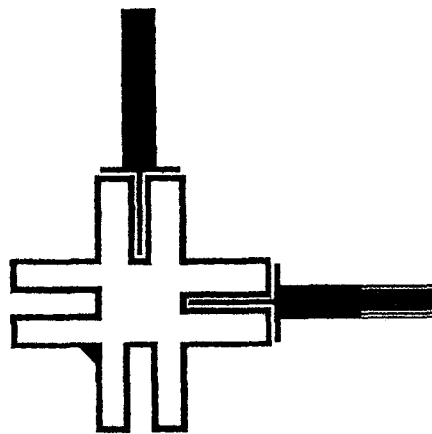
수많은 위성 및 이동통신에 사용되는 소자들의 사용 빈도수가 높아짐에 따라 낮은 마이크로웨이브 대역의 주파수에서 사용되는 Meander 루프 공진기를 이용한 마이크로스트립 대역통과 필터가 크기의 감소로 인해 최근에 많이 두각되고 있다. <그림 5>는

이중모드 meander 루프 공진기를 이용한 대표적인 대역통과 필터이다.



<그림 5>

5. Cross Meander 루프 공진기를 이용한 이중모드 마이크로스트립 대역통과 필터

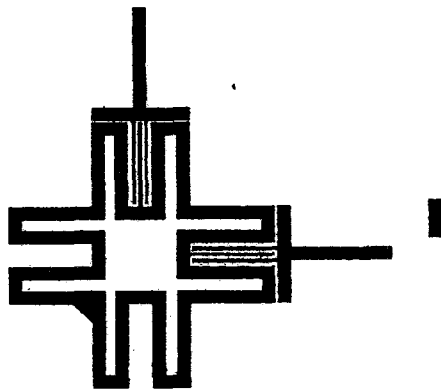


<그림 6>

이번에 설명할 필터는 앞에서 보인 여러 가지 필터들 중에서 십자가형과 meander 루프 공진기를 혼합한 새로운 형태로써 위의 모델들보다 크기면에서 훨씬 작아졌으며 낮은 마이크로웨이브 대역의 위성 및

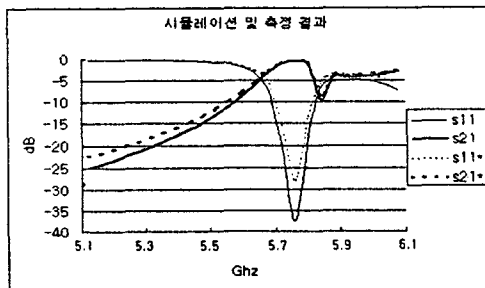
이동통신에 응용하는데 적합한 필터라 할 수 있겠다.

<그림 6> 은 새로운 형태의 Cross Meander 루프 공진기를 이용한 기본적인 모델이며 <그림 7>은 이 형태에 입력과 출력부에 Coupling을 강화시켰다.



<그림 7>

<그림 7>에서 제작된 필터는 유전율이 10.2 이고 유전체의 두께는 0.635mm 기판을 사용하였다. 시뮬레이션 결과 및 측정결과를 아래 <그림 8>에 나타내었다.



<그림 8>

III. 결론

기존의 Cross 루프 공진기와 Meander 루프 공진기를 응용하여 이들의 결합 형태인 Cross Meander 루프 공진기를 이용한 마이크로스트립 대역통과 필터를 설계 및 제작하였다. 또한 입력과 출력 부근에

향상된 커플링 구조를 이용하여 삽입손실을 줄이는데 노력하였다.

본 논문에서 제작된 이중모드 마이크로스트립 대역통과 필터는 무선 LAN용으로 사용될 수 있으며 향후 위성 및 이동 통신에 사용되는 중요 소자로서 사용될 가치가 있다고 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] J. S. Hong and M.J.Lancaster, "Bandpass characteristics of new dual-mode microstrip square loop resonators," Electron. Lett., vol. 31, no. 11, pp.891-892, May 1995.
- [2] K. M. Cheng, "Design of dual-mode ring resonators with transmission zeros," Electron. Lett., vol. 33, no. 16, pp. 1392-1393, July 1997.
- [3] J. S. Hong and M. J. Lancaster, "Microstrip bandpass filter using degenerate modes of a novel meander loop resonator," IEEE Microwave Guided Wave Lett., vol. 5, pp. 371-372, Nov. 1995.
- [4] I. Wolff, "Microstrip bandpass filter using degenerate modes of a microstrip ring resonator," Electron. Lett., vol. 8, no. 12, pp. 302-303, June 1972.
- [5] M. Guglielmi and G. Gatti, "Experimental investigation of dual-mode microstrip ring resonator," in Proc. Eur. Microwave Conf., 1990, pp. 901-909