

# 5.8GHz 박막 BPF 설계에 관한 연구

윤종남 · 이현주 · 오용부 · 이청운  
전자부품연구원 무선통신연구센터

## The Study of 5.8GHz Thin BPF Design

Jong-nam Yoon, Hyun-Ju Lee, Young-Bu Oh, Cheong-Won Lee,  
RF Communication Research Group, Korea Electronics Technology Institute

초 록:본 논문에서는 고유전율 기판을 사용하여 성능은 뛰어나며, 사이즈가 작은 통합된 마이크로파 필터 칩 필터의 설계를 제시하고자 한다. 다양한 유전체 기판은 유전성, 큐 인자, 온도 등에 의해 제품의 요구조건에 EK라 선택 될 수 있다. 이 논문에서는 5.8 GHz 송/수신기 모듈에 소요되며 유전상수(K=130)를 사용하여 대역 여파기(band pass filter)의 설계에 관한 연구를 나타내었다.

**Abstract :** In this paper, we propose novel, small and integrated microwave chip filter using high dielectric substrates.

A variety of dielectric substrates can be selected for the specifications of products according to dielectric, Q-factors, temperature stability ect. This paper describes an application of the very high dielectric constant (K=133) substrate for design of a band pass filter to a 5.8GHz Transmitter/receiver(T/R) module.

**Key words :** BPF

### 1. 서 론

MMICs가 소형화와 통합이라는 문제에 있어서 소형화라는 해결책이 될 수는 있겠지만, 유전상수와 큐 인자와 같은 반도체 기판의 특성들은 기판 위의 장치 구현에 장애가 될 수 있다.

예를 들면 좋은 특성의 마이크로파 필터들은 반도체 기판에 제작될 수 없다.[1]

높은 유전상수, 작은 손실 그리고 온도 부동성을 가지고 있는 유전체 세라믹은 필터, 오실레이터 등과 같이 마이크로파 구성요소의 핵심적인 성분으로써 중요한 위치를 차지해왔다. 고유전체 기판에서 고유 파장은 짧아진다.

그러므로 고유전체 기판에서 효과적으로 가공된 장치 또는 수동적 요소들은 모듈의 소형화와 통합에 기여할 수 있다.

표준 유선 접합 기술과 우수한 마이크로파 특성을 위해 설계된 저가의 알루미늄 패키지를 사용함으로써 정밀한 마이크로파의 실행과 소형화, 저가의 패키지가 가능해졌다.

여기서는 ETC 시스템을 위한 5.8GHz 송/수신기 모듈과 대역 여파기의 통합을 위한 고유전율 상수(K=130)를 사용한 박막 BPF 연구에 관하여 논한다.

### 2. BPF의 Size 비교 및 BPF를 사용한 T/R Module의 구조

Table 1. Three BPF Filter types.

|      | combine Filter | Interdigital Filter | 박막 Filter | 비고              |
|------|----------------|---------------------|-----------|-----------------|
| Size | 2×7×0.3        | 2.2×17×0.3          | 1×1×0.3   | Size 1/14로 우수함. |
| 성능   | Good           | Poor                | Good      | -               |
| 생산성  | 우수             | 우수                  | 우수        | -               |

Table 1은 BPF의 종류별 특성 및 Size에 의한 비교를 나타내었다. 박막 BPF의 우수한 소형화 특성을 나타내었다.

Fig.1은 BPF를 사용한 T/R 모듈의 block도이다.

BPF(Band Pass Filter)를 포함한 것이 RF block의 소형화와 통합을 효과적으로 만들었다.

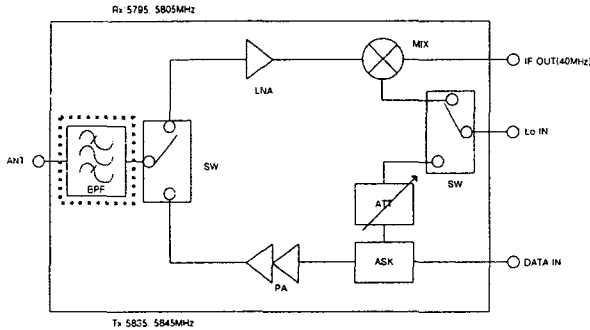


Fig. 1. The block diagram of the MCM

모듈의 나머지는 송신 칩과 수신 칩으로 된 2개의 GaAs IC 칩으로 구성되어 있다.

송신기 칩에는 전력 Amp, 드라이버 Amp, ASK 변조기 그리고 SPDT 스위치가 포함된다. 칩 사이즈의 소형화를 위해서 ASK 변조기와 SPDT 스위치는 1개 그리고 2개의 FETs를 각각 사용해서 구현되었다.

수신기 칩에는 두 단계 LNA와 FET mixer를 포함하고 있다.

송신부분과 수신부분은 이 SPDT 스위치를 공유한다.

### 3. 고 유전율 기판 기술

사진 석판술을 사용하면 세라믹 기판을 매우 정밀한 평면으로 제작할 수 있다.

세라믹 물질의 다결정 조립의 결점 때문에 회로의 정밀성이 떨어진다.

Table 2는 세라믹기판의 다양한 유전상수, Q값 온도 특성등을 나타내고 있다.

Table 2. The lineup of the high dielectric substrates[2]

| Characteristics                    | substrate1 | substrate2 | substrate3 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| Dielectric Constant                | 133        | 110        | 90         |
| Q Factor                           | 650@2GHz   | 500@4GHz   | 1200@4GHz  |
| Temperature of Resonance Frequency | -15ppm/°C  | 0-6ppm/°C  | 0-6ppm/°C  |

### 4. 필터의 설계와 특성

필터 칩의 소형화를 위해서 매우 높은 유전율 상수(K=130)인 유전체 기판과 마이크로스트립 line 구조를 선택했다.

마이크로스트립 필터는 큰형태와 마이크로스트립 선 공진기들로 이루어져 있다.

과장은 필터의 사이즈를 결정하는 가장 중요한 요소이며, 더 높은 유전율 상수 기판에서 더 짧다.

마이크로스트립 공진기의 유전체 상수는 대략 130정도이고, 실효 선로길이는 5.8GHz에서 대략 1.5mm이다.

또한, 관통 구멍 기술은 작은 Filter 구성을 가능하게 한다.

Fig 2는 1mm x1mm의 마이크로스트립 필터를 설계한 도면이다.

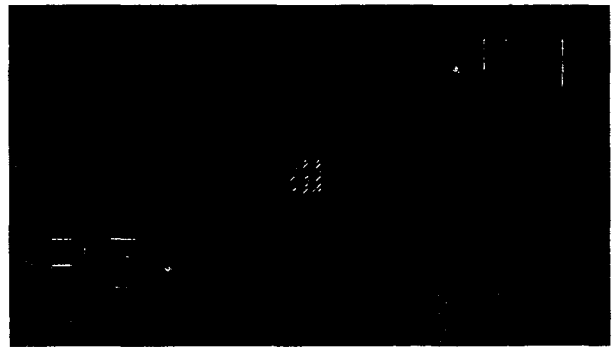


Fig. 2. The photograph of the microstrip filter

Fig 3는 연결된 마이크로스트립 공진기의 등가회로이다.

인접한 선로간의 커플링작용이 너무 커지는 Comb-line 과 Interdigital-line과 같은 재래식 마이크로스트립 필터에서의 연결 계수는 인접한 라인간 커플링이 너무 크게 작용하기 때문에, 우수한 필터 작용 특성실현과 작은 칩 사이즈의 실현을 동시에 만족시킬수가 없다.

그러나 커플링 계수의 최적은 전기 용량 결합을 항상시킴으로서 가능하다.

이것은 칩사이즈의 크기를 확대할 필요없이 마이크로스트립 선에 짧은 측면을 만들고 인접한 선로의 측면을 오픈하여 각각을 근접시킴으로써 이루어질 수 있다.

큰 캐패시턴스는 아주 높은 고유전체 상수 기판에서는 아주 쉽게 해결 될 수도 있었다.

그 결과로서 작은 필터 구성이 설계되었다. 최적의 단계는 삽입 손실과 감쇄특성의 설명서로 결정되었다.

Fig. 4는 Fig. 2의 시뮬레이션결과이고, 마이크로스트립 선을 이용한 박막 5.8GHz BPF가 디자인되었고, moment 방법의 시뮬레이터를 사용하였다.[3]

단락시킨 마이크로스트립 선에 접지면까지 몇개의 관통하는 구멍을 뚫어 가공되었다.

필터의 주파수 특성은 Fig 4에서 보여준다.

-0.67dB의 삽입손실이 설계되었다.

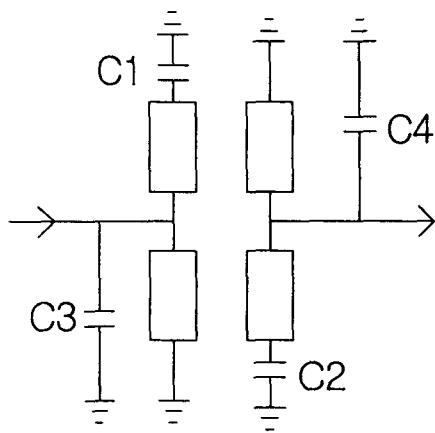


Fig. 3. The equivalent circuit of coupled microstrip resonators

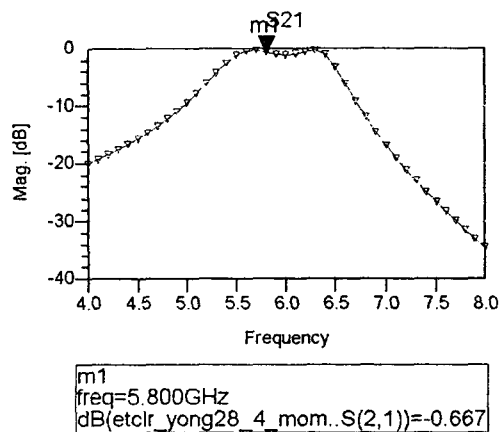


Fig. 4. The frequency characteristics of the band pass filter

## 5. 결 론

1 mm× 1mm의 chip 크기의 대역 여파기는 매우 높은 유전체 상수( K=133 ) 기판을 설계함으로써 구현되었다.

이 모듈은 ETC 시스템에 적당하며, 대역 여파기 필터는 매우 작은 것이다.

고 유전체 상수 기판을 사용하는 MCMs는 새로운 마이크로파 무선 시스템에서 기능적 수동 장치들의 통합과 모듈의 소형화에 큰 이점을 가지고 있다.

## 참고 문헌

- [1] M.D.Pollman et al., "A Low-cost Packaged MMIC Chip set for 5.8GHz ISM Band Applications",1997 RFIC Symposium, pp.33-36.
- [2] "Microwave Dielectric Ceramics", IMAPS vol 9. No.2124, 2002.
- [3] "Momentum", ver.2002 , 2003.