

# 삽입손실에 대한 성능 개선을 위한 웨이브가이드 대역통과 여파기

A waveguide BPF with improved insertion loss

배상균, 우민근, 홍의석

(광운대학교 석사과정, 광운대 전자정보대 교수)

Key words : Waveguide BPF

## 목 차

- I. 서론
- II. 본론
- III. 설계 및 측정
- IV. 결론

### I. 서론

현재 이동통신 단말기 및 장비의 개발 추세는 높은 품질의 통신수요를 충족시킬 수 있는 종합 이동통신 시스템으로, 세계를 단일 통화권화 하고 유무선 서비스를 통합하는 목표를 충족시킬 수 있도록 연구 개발되고 있다.

무선 통신이 폭 넓게 사용되기 위해서는 안정된 운영 체제, 고성능의 통신 기지국 시스템 및 소형, 경량, 저가격의 무선 단말기의 공급이 이루어져야하며 이에 안정성 및 경쟁력 강화를 위해서는 전력 증폭기, 발진기, 혼합기, 여파기와 저잡음 증폭기 등과 같은 RF 핵심 부품의 연구 및 원천기술 확보가 필수적이다.

무선시스템 RF단의 경우 MIC (Microwave Intergrated Circuit)와 MMIC(Monolithic Microwave Intergrated Circuit)기술로 인한 단말기의 소형 집적화는 이루어지고 있으나 중계 장비의 경우 높은 전력이 사용됨으로 고전력에 견디면서 사용 효율을 증가시키는 문제가 대두되었다. 중계국 필터는 인접 통신 채널에 장애가 되는 스퓨리어스 방사를 억제하고 원하는 신호만 수신하기 위해서 높은 주파수 선택도가 요구된다. 무선통신 시스템에서 이와 같은 필터의 요구사항은 성능면에서 꾸준히 조건들을 충족시켜 왔으나 중계 장치용 필터의 경우 무게 및 부피를 줄이는데는 크게 발전하지 못하였다. 따라서 중계 장치용 필터의 무게 및 부피를 최소화하면서도 요구조건을 만족시키는 Waveguide BPF를 이용한 필터의 개발이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 Chebyshev 필터 이론을 바탕으로 ripple 값을 0.001로 설계되었으며 19.26GHz ~ 19.66GHz의 400MHz의 대역폭을 가지는 웨이브가이드 여파기로 설계 및 제작되었다..

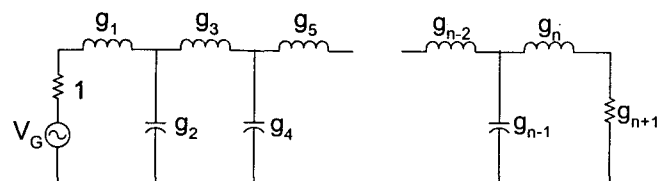
### II. 본론

본 연구에서는 대역 통과 여파기의 설계 목표를 표 1과 같이 MMC Repeter용 대역통과 여파기의 특성을 만족하는 값으로 선택하였다. 그리고 사용 주파수 및 삽입손실을 만족하기 위해서 웨이브가이드 여파기로 설계 규격에 따라 설계 하였다.

표1. 설계 규격

item	specification
frequency	19.26GHz ~ 19.66GHz
insertion loss	-0.6dB (max)
VSWR	1 : 1.2
ripple	0.5dB(max)
temperature	-30°C ~ +70°C
attenuation	- 40dB 이하 @400MHz

먼저 그림 1과 같이 Chebyshev 저역통과 prototype을 각각의 값을 구하기 위하여 ripple 값 및 필터의 단수를 결정해야 한다. Ripple 값을 최소로 설계하기 위해 0.001 (dB)로 설계하였으며 식 2-1을 이용하여 단수를 결정하였다.



<그림 1> Chebyshev 저역통과 prototype

$$n = \frac{\cosh^{-1}\left(\frac{\sqrt{10^{\alpha_{\min}/10}} - 1}{\sqrt{10^{\alpha_{\max}/10}} - 1}\right)}{\cosh^{-1}(\omega)} \quad (\text{inches})$$

(2-1)

각각의 Chebyshev 저역통과 prototype의 값은 표 2와 같이 총 5단의 여파기로 설계되었다.

표 2. Chebyshev 저역통과 prototype : 리플(0.001 dB)

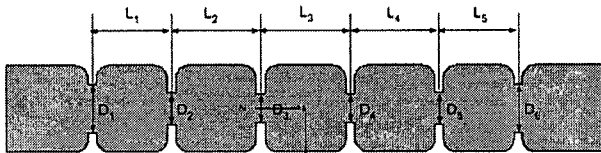
n	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7
1	0.0304	1.0000					
2	0.2483	0.2408	1.0308				
3	0.4088	0.7265	0.4088	1.0000			
4	0.4949	0.9882	1.0186	0.4801	1.0308		
5	0.5427	1.1219	1.3102	1.1219	0.5427	1.0000	
6	0.5712	1.1963	1.4533	1.4099	1.2338	0.5541	1.0308

식 2-2의 관내파장의 식과 K, j-인버터를 사용하여 그림 3의 웨이브가이드 여파기의 길이-L과 아이리스(Iris) 사이의 거리-D를 구할 수 있다.

$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{(0.08472 f)^2 - \left(\frac{1}{2a}\right)^2}} \quad (2-2)$$

### III. 설계 및 측정

본 논문에서 제안한 K-band 용 웨이브가이드 여파기는 CST Microwave studio를 이용하여 설계하였다. 그림 3은 실제로 설계된 웨이브가이드 여파기의 윗면의 모습이다.

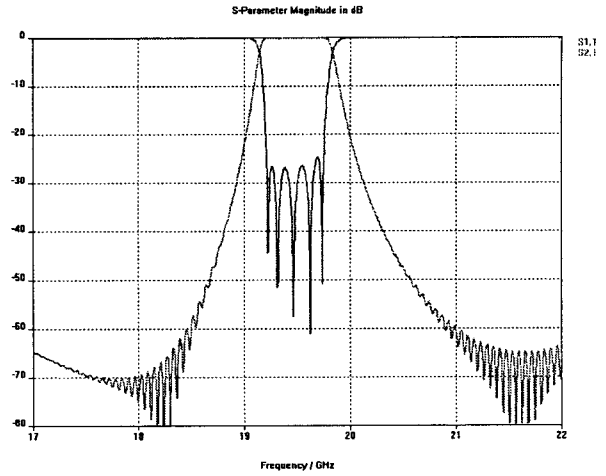


<그림 3> 웨이브가이드 여파기

이론에서 얻은 값을 바탕으로 각 단사이의 거리(L)와 아이리스(Iris) 사이의 거리(D)를 결정하였으며 제작상의 오차를 최소화하기 위해 최적화하여 시뮬레이션 하였다. 그림 4는 최적화한 웨이브가이드 여파기의 설계 결과이다.

설계된 여파기는 중심주파수 19.46GHz, 400MHz의 대역폭, 0.1dB의 삽입손실, -25dB 이하의 반사 손실, 0.05dB 이하의 리플 및 20.06GHz와 18.86GHz에서 47dB의 이미지 제거를 갖

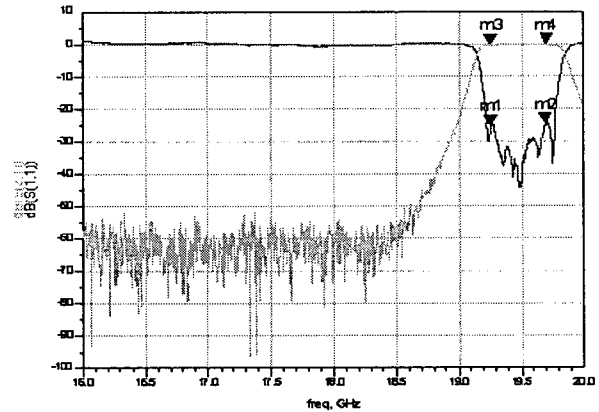
는다. 이 설계 값은 설계 규격을 모두 만족하며 더 우수한 특성을 나타내었다.



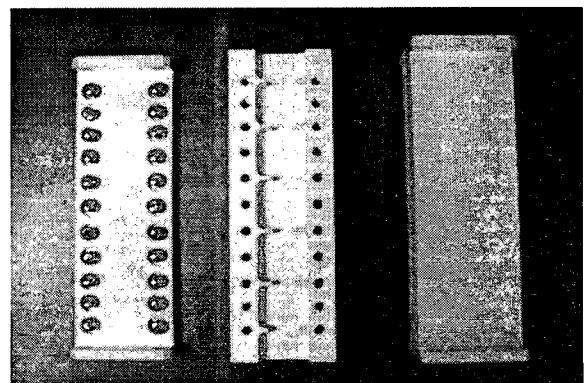
<그림 4> 설계 결과

그림 5는 실제로 제작된 웨이브가이드 여파기의 측정 결과이다. 제작된 웨이브가이드 여파기는 최대 0.241dB의 삽입손실, 24dB의 반사손실, 0.06의 리플, 18.86GHz에서 43dB의 이미지 제거 값을 나타내었다.

이는 처음의 설계 사양보다 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있다. 그림 6은 실제 제작된 필터의 사진이다.



<그림 5> 웨이브가이드 여파기 측정 결과



<그림 6> 실물 사진

## IV. 결론

본 논문에서는 K-band 증계기용으로 사용할 수 있는 웨이브가이드 여파기를 설계하였다. 일반적으로 증계기에서 사용되는 여파기는 출력 파워가 높고 주파수가 높기 때문에 웨이브가이드 형태로 많이 사용되고 있다. 본 논문에서 제작된 웨이브가이드 여파기는 삽입손실을 최대한 작게 설계하여 수신 전력의 손실을 줄이고 여파기 다음 단계 양호한 특성을 제공하도록 설계되었다. 또한 번거로운 튜닝(tuning)을 하지 않도록 여파기 제작상의 오차가 최대한 작도록 설계하였다. 본 논문에서 제안한 웨이브가이드 여파기는 위성통신 및 증계기용으로 사용될 수 있을 것이라 기대된다.

## 참고문헌

- [1] G. Matthaei, L. Young and E.M.T. Jones, Microwave filters, impedance-matching networks, and coupling structures, Artech House, 1980.
- [2] N. Marcuvitz "Waveguide Handbook", Ch. 4,5
- [3] R. E. Collin, Foundations for microwave Engineering, Second Edition, McGraw-Hill, N.Y., 1992.
- [4] S. B. Cohn, "Parallel-Coupled Transmission Line Resonator Filters," IRE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-6, pp. 223-231 April 1958.
- [5] P. I. Richard. "Resistor-Transmission Line Circuits." Proc. Of the IRE , vol. 36, PP.217-220, February 1948.
- [6] David M. Pozar "Microwave engineering" Second Edition Ch.11
- [7] Peter A. Rizzi "Microwave engineering passive Circuits" ch.9. 1988.
- [8] Joseph "Synthesis of lumped element, distributed and planar filters"
- [9] L.P. Huelsman, *Active and passive analog filter design*, McGraw-Hill, 1993.
- [10] J. Uher and j. Bornemann "Waveguide Components for Antenna Feed Systems: Theory and CAD" Artech House, 1993