

마이크로스트립 평행결합선 방식의 무선LAN용

대역통과필터에 관한 연구

박창현* · 김영남** · 김갑기*

*목포해양대학교 · **광주문화방송 기술국

A Study on the Band-pass Filters in Microstrip Parallel Coupled-Lines for W-LAN Applications

Chang-Hyun Park* · Young-Nam Kim** · Kab-Ki Kim*

*Mokpo National Maritime University · **Dept of technology, Gwangju MBC

E-mail : pegasus7h@mmu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 IEEE 802.11a의 표준규격(가. 5.15~5.25[GHz], 나. 5.25~5.35[GHz], 다. 5.725~5.875[GHz])을 모두 포함할 수 있는 5[GHz]대역 무선 LAN용 수신시스템에 사용할 평행결합선로 대역통과필터를 설계하였다. 설계된 평행결합선로 대역통과필터는 설계식이 비교적 정확하고 소형·경량 구현에 유리하며, 다양한 형태의 공진기의 구현이 가능한 마이크로스트립 평면형을 선택하였으며, 설계된 필터의 -3dB 대역폭은 5.15[GHz]~5.92[GHz]까지 14%의 대역폭 특성을 보였다. 이러한 결과로부터 충분히 5GHz대역 무선LAN 수신시스템 필터로 충분히 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

In this paper, the parallel coupled line(PCL) band-pass filter satisfying IEEE 802.11a (a:5.15~5.25, b:5.25~5.35, c:5.725~5.875 [GHz]) has been designed for 5[GHz]band W-Lan RX-System applications. The designed PCL Band-Pass filter is of advantage to make a design formula that is small, light and approximate accuracy. It choose a microstrip plane figure because it is possible that a multiplicity of resonator was designed. It was shown that bandwidth was 14% from 5.15GHz to 5.92GHz at the -3dB designed filter. As a result, it is enough to use the designed filter at W-LAN RX-system of the 5GHz band.

키워드

IEEE 802.11a, Band-pass filter, PCL, W-LAN, microstrip

1. 서 론

최근 인터넷에 기반을 둔 새로운 서비스에 대한 통신 수요의 증대로 무선에 의한 인터넷 접속 증가와 셀룰러 이동통신에서의 인터넷 접속 등이 폭발적으로 증가되어 가고 있다. 최근 2.4[GHz] 대역을 사용하는 주파수 대역의 포화 상태에서 벗어나 더욱 다양하고 빠른 서비스를 제공하기 위하여 5[GHz] 대역을 실내외에서 활용가능하게 함으로써 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 근거리 무선 통신 시스템에서는 저 전력을 사용하기 때문에 능동 소자들이 갖는 전력의 소비를 최소화하면서 높은 이득을 얻을 수 있는 시스템으로 구성되어야 한다. 본 논문

에서 제안된 필터의 구조는 비교적 설계식이 정확하며, 고주파 소자의 집적화 및 HMIC화가 구현 가능하고 다양한 형태의 단면 공진기 및 기판공정이 용이한 마이크로스트립 평면형의 구조를 제안하였다. 그 중에서도 한 쪽 끝이 개방 또는 단락된 형태의 $\lambda_0/2$ 공진기 평행 결합 선로 대역통과 필터는 결합 간격 및 길이를 쉽게 구할 수 있어 가장 널리 사용되는 형태의 결합선로 필터이다. 그러나 이런 구조는 대역폭이 넓어질수록 $Z_{oc} \gg Z_{sc}$ 가 되므로 입·출력단의 결합이 점점 강해져 어떤 대역폭 이상이 되면 구현이 불가능한 결합 간격을 갖게 된다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 탭 선로(tapped line)라 불리는 급전선을 공진기의 특정 위치에 직접 연결하는

게 된다. 이 때 대부분의 경우에 S_1, S_{n+1} 을 제외하고는 구현에 큰 문제가 없는 치수로 구해진다. 이런 문제를 해결하고 광대역 구현을 위해 구형막대(Rectangular Bar)로 구성된 결합구조를 사용하거나, 기관의 양면에 패턴을 형성시킨 오프셋(offset)결합구조를 이용하는 방법이 사용되기도 하지만 이러한 방법은 스트립 구조이며 부피가 크고, 구현이 어렵다는 단점을 갖는다. 그러므로 그림 2의 B, B'부분을 사이결합이 아닌 탭 선로를 이용한 직접 결합급전 구조를 적용해 결합간격 문제를 해결하는 방법으로 최근에 많이 사용되어 지고 있다¹⁶⁾.

III. 제안된 평행 결합선로 필터 설계

II장에서 제시한 필터들의 각 파라미터 계산식들을 이용하여 5GHz 무선 LAN대역의 특성이 가장 근접한 구조를 찾기 위하여 표 1에서 설계 사양을 정하였다.

표 1. 제안된 필터 사양

Table 1. Specification of proposed filter.

구분	내용
필터종류	Chebyshev 필터
중심주파수	N=5
단수	$f_0 = 5.5\text{GHz}$
리플계수	0.5dB

각 식으로부터 주어진 파라미터들을 가지고 정확성을 기하기 위하여 Ansoft사의 2.5D 회로 시뮬레이션 툴인 Ansoft Designer를 사용하여 결합선로의 우·기모드 임피던스 및 중심주파수에서의 임피던스 113[Ω]을 얻을 수 있었다. 이 때 시뮬레이션에 사용된 기관 정보는 유전율 (ϵ_r)=2.2, 기관높이(H)=20mil 이었다. 그림 3과 그림 4는 본 논문에서 제안한 평행 결합선 필터의 설계 개념도와 2.5D 시뮬레이션을 통한 layout을 보여주고 있다. 설계변수의 반복적인 시뮬레이션을 통해 파라미터들의 크기를 정할 수가 있었다. 전송선 폭은 $W1=0.645[\text{mm}]$, $W2=0.780[\text{mm}]$ 로 주어졌으며, 선로폭 $S1=0.197[\text{mm}]$, $S2=0.621[\text{mm}]$, 전송선 길이 $P1=11[\text{mm}]$, $P2=10.95[\text{mm}]$ 로 주어졌다. 그러나 설계 사양과는 다르게 대역폭도 약간 줄어들고 중심주파수가 약 10MHz 정도 이동

한 것을 알 수 있었다. 그러나 이 정도의 오차는 실제 물리적 치수를 이용한 전자적 시뮬레이션 시 결합선로 개방 끝 효과(end effect) 등을 고려한 실질적인 적정화 과정에 고려하고자 2.5D의 설계변수들을 그대로 수용하였다. 2.5D 설계 변수로부터 HFSS 9.0인 3D구조물 해석 툴을 사용하여 설계 변수를 물리적 치수로 환산한 후 시뮬레이션을 수행하였다. 이 때 기관의 정보는 2.5D에 사용된 기관정보를 그대로 사용하였으며, 마이크로스트립 구조이므로 시뮬레이션 시 하우징에 의한 도파관 영향을 배제하고자 충분한 거리를 두고 복사 경계(Radiation boundary) 조건을 적용하였다. 그 결과 제안된 필터사양에 맞는 최적의 필터 설계 변수들을 얻을 수가 있었고, 그림 5와 6에서 최적으로 설계된 필터의 구조와 이상적인 전송 선로 필터 시뮬레이션 결과를 나타내었다.

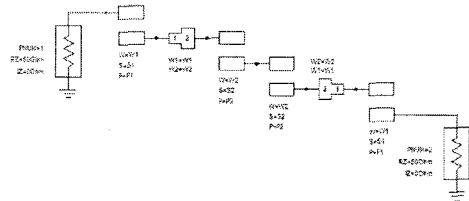


그림 3. 평행 결합선 필터의 설계 개념도
Fig 3. Circuit representation of PCL filter.

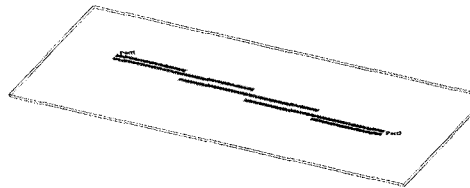


그림 4. 설계된 필터의 레이아웃
Fig 4. Layout of designed filter

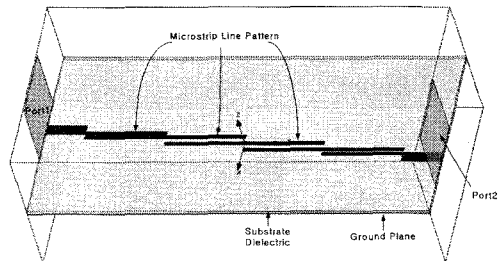


그림 5. 평행 결합선로 필터의 구조
Fig 5. Schematic of PCL filter

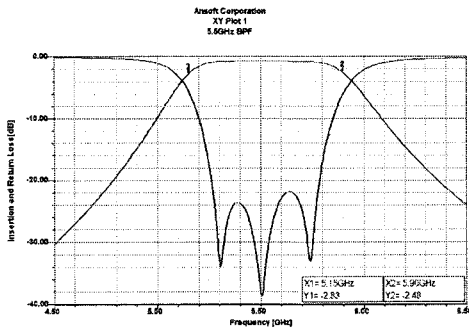


그림 6. 시뮬레이션 측정 결과
Fig 6. The simulated result.

표 2. 시뮬레이션 결과 분석

Table 2. Analysis of the simulation result.

구 분		시뮬레이션
S_{21} [dB]	5.15[GHz]	-2.83[dB]
	5.25[GHz]	-1.02[dB]
	5.725[GHz]	-0.78[dB]
	5.875[GHz]	-2.12[dB]
S_{11} [dB]	max[dB]	-22(at 5.73 GHz)
	-10dB B · W [GHz]	0.65
	f_L [GHz]	5.2
	f_H [GHz]	5.85

표 2는 그림 6의 결과를 종합하여 정리한 것이다. S_{21} 에서 설계하고자 하는 주파수대역폭에서 -3dB 이하의 특성을 나타내어 대역통과 필터로서 충분히 사용할 것으로 사료되어지며, -10dB 대역폭을 갖는 S_{11} 특성이 2.5D 시뮬레이션 틀을 사용하였을 때의 결과와 비교하였을 때 약간 넓어졌으며, 제작과정에서 결합간격 및 결합길이에 대한 식각오차와 측정을 하였을 때 외부 차폐도 측면 없이 수행할 때의 손실을 감안하여 대체적으로 -20dB 이하로 설계한 것을 볼 수 있을 것이다. 전체적으로 시뮬레이션 결과는 본 논문에서 제안한 5GHz 무선 LAN용 수신시스템에 사용될 수 있는 필터의 특성을 만족함을 알 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 IEEE802.11a의 표준규격(가. 5.15~5.25[GHz], 나. 5.25~5.35[GHz], 다. 5.725~

5.875[GHz])을 모두 포함할 수 있는 5[GHz]대역 무선 LAN용 수신시스템에 사용할 평행결합선로 대역통과필터 설계방법을 제안하였다. 제안된 필터는 J인버터와 $\lambda_0/2$ 길이의 전송 선로로 구성되는 전형적인 평행 결합선로 대역통과 필터로 이론을 정리하여, 본 이론에 따라 리플 0.5dB, N=5, $f_0=5.5$ [GHz], 통과대역이 5.15~5.92[GHz]로 -3dB 대역이 14%인 평행 결합선로 대역통과 필터를 설계 하였다. 설계되어진 필터의 결과 분석으로부터 IEEE 802.11a 표준규격을 모두 포함 할 수 있음을 확인하였으며, 추후에 시뮬레이션 데이터를 가지고 제작 및 실측을 할 예정에 있다. 따라서 제작된 안테나는 5[GHz] 무선 LAN 수신 시스템에서 충분히 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] E. G. Cristal, "Tapped-line coupled transmission line with applications to interdigital and combine filters", IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-23, no. 12, pp. 1007-1012, DEC. 1975.
- [2] Joseph S. Wong, "Microstrip tapped-line filter design", IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-27, no. 1, pp44-50, Jan. 1979.
- [3] Protap Pramanick, "Compact 900MHz hair-pin-line filter using high dielectric constant microstrip line", Internal journal of Microwave and Millimeter wave Computer Aided Engineering, vol. 4, no. 3, pp. 272-281, 1994.
- [4] G. L. Matthaei, L. Young, and E. T. Jones, Microwave Filters, Impedance Matching Networks, and Coupling Structures, Artech House, pp. 472-477, 1980.
- [5] S. B. Cohn, "Parallel coupled transmission-Line resonator filters", IRE Transaction on Microwave Theory and Techniques, pp. 223-231, 1958.
- [6] 김인선, "K-인버터를 이용한 직접 결합급전 구조를 갖는 대역통과 필터", 한국전자과학기술 논문지, 18(6), pp. 639-647, 2007년 6월.