

저손실 서스펜디드 스트립 선로를 이용한 L-대역 9-단 헤어핀 필터의 대역폭 조정

엄순영*, 장동필

한국전자통신연구원

syseom@etri.re.kr, dpjang@etri.re.kr

Bandwidth Control of L-band 9-stage Hairpin Filter using Low-loss Suspended Strip Line

Soon Young Eom, Dong Phil Jang

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문은 저손실 서스펜디드 스트립 선로 기반의 9개의 헤어핀 공진기를 갖는 L-대역 대역 통과 필터의 대역폭 조정에 대하여 간략히 기술한다.

I. 서론

통신 시스템의 중단 필터(front-end filter)로 사용하기 위해선 저손실 특성을 제공하여야 한다. 소형, 경량 및 저손실 특성의 필터를 설계하기 위하여 서스펜디드 스트립 선로 기반의 L-대역 듀플렉서 필터가 설계된 바 있다[1]. 본 논문에서는 이러한 저손실 대역 통과 필터의 대역폭 조정에 대하여 간략히 기술하고자 한다.

II. 본론

그림 1은 서스펜디드 스트립 선로 기반의 9-단 헤어핀 대역 통과 필터 형상을 보여준다. 저손실 서스펜디드 스트립 선로 구조의 대역통과필터 설계를 위하여 Taconic사의 TLY-5($\epsilon_r=2.2$, $H=0.25$ mm, $T=0.018$ mm, $\tan\delta=0.0005$ @ 2 GHz) 기판을 사용하여 내부 필터 회로를 구현하였으며, 내부 회로로부터 상하좌우 5.0 mm 이격을 두고 접지 회로를 구현하였다. 그러므로, 서스펜디드 전송 선로의 단면 높이는 총 10.286 mm이며, 50 Ω 선로 기준의 등가 유효 유전율은 약 1.02 정도이다[1].

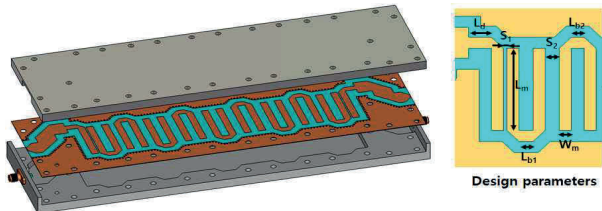


그림 1. 서스펜디드 스트립 선로 기반의 9-단 헤어핀 대역 통과 필터 형상

그림 1에 보여진 9-단 헤어핀 대역 통과 필터는 DCS VSAT용 단말기의 송신 대역인 1.67~1.675 GHz 대역에서 최적화 설계되었으며, 주요 설계 변수 및 수치는 표 1에 정리하였다. 표 1의 최적화 설계값은 최대 1.0 dB(최소 0.62 dB)의 삽입 손실과 100 MHz의 동작 대역폭(1.6725~1.7225 GHz, 약 6.0 % 대역폭)을 제공한다. 일반적으로, 삽입 손실은 동작 대역폭 특성이 감소할수록 증가한다. 본 논문에서는 단지 표 1의 각 공진기 사이의 결합 간격을 일정 비율로 단순 조정하여 각각 65 MHz 대역폭(약 3.9 % 대역폭) 및 40 MHz 대역폭(약 2.4 % 대역폭) 특성을 갖는 대역 통과 필터를 최적화 설계하였다. 즉, 각 공진기 사이의 결합 간격이 일정 비율로 증가할 때 대역폭 특성은 줄어들면서 삽입 손실 특성은 열화된다.

그림 2는 대역폭 조정을 갖는 서스펜디드 스트립 선로 기반의 9-단 헤어핀 대역 통과 필터의 시뮬레이션된 S-매개 변수 특성을 보여준다. 설계 결과는 대역폭이 줄어들면서 삽입 손실이 증가하나 입력 정합 특성은 약 23.7 dB 이상의 우수한 성능을 보여줌을 알 수 있다. 40 MHz 대역폭의 경우, 임출력단의 직렬 스테브 길이(L_d)와 임출력단 결합 간격(S_1)을 튜닝하여 입력 정합 특성을 5 dB 이상 개선하였다.

표 1. 9-단 헤어핀 대역 통과 필터의 최적화 설계값

설계 변수	설계 값	대역폭 축소
W_{50}	14.0 mm	좌동
W_m	5.0 mm ($Z_m=94.5 \Omega$)	
L_m	37.03 mm	
$L_{b1}/L_{b2}/L_{b3}/L_{b4}/L_{b5}$	5.86 mm/5.37 mm/ 5.35 mm/5.35 mm/ 5.35 mm	
$S_1/S_2/S_3/S_4/S_5$	0.94 mm/4.01 mm/ 5.38 mm/5.78 mm/ 5.92 mm	$S'_j=k \cdot S_j$, $j=1,2,3,4,5$ where, $k=1.35$ @ BW2 $k=1.50$ @ BW3

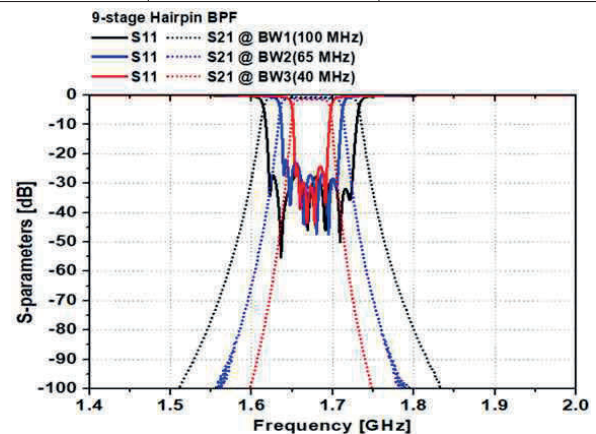


그림 2. 대역폭 조정을 갖는 9-단 헤어핀 대역 통과 필터의 S-매개 변수 특성(시뮬레이션)

III. 결론

본 논문에서는 저손실 서스펜디드 스트립 선로 기반의 L-대역 헤어핀 대역 통과 필터의 대역폭 조정 방법에 대하여 제안하였으며, 향후 저손실 중단 필터 설계에 활용 예정이다.

참고문헌

- [1] 엄순영, 장동필, "DCS VSAT용 L-대역 송수신 듀플렉서 설계 및 시험," 2025년 한국전자과학회 하계종합학술대회 논문집 Vol. 13, No. 1 2025. 8. 20~23.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korean Government (MSIT) (No. 2018-0-00190, Development of Core Technology for Satellite Payload).