

5G 밀리미터파 대역에서 기판 소재에 따른 대역통과필터의 비교에 관한 연구

오연정, 이재영, 최세환*

*한국전자기술연구원

jg2ji@keti.re.kr, leeje@keti.re.kr, *shchoi@keti.re.kr

A Study on the Comparison of Band Pass Filter Performances depending on the Substrate Material in Millimeter-Wave Band

Oh Yeon Jeong, Lee Jae Young, Choi Se Hwan*

*Korea Electronics Technology Institute (KETI).

요약

본 논문은 5G 밀리미터파 대역에서 LCP(Liquid Crystal Polymer)와 PTFE(Polytetrafluoroethylene) 두 가지 기판 소재를 이용해 헤어핀과 인터디지털 타입의 대역통과필터(BPF)를 설계 및 성능을 비교하는 연구를 수행하였다. 제안된 BPF의 통과대역은 26.5 GHz - 27.3 GHz 대역이며, 필터의 차수는 3차로 선택하였다. 기판 종류와 타입에 따른 대역폭(Bandwidth)과 통과 대역 내 삽입손실(Insertion Loss)과 평탄도(Flatness)의 성능 비교 결과 PTFE 기판에 설계된 BPF가 LCP 기판에 설계된 BPF보다 우수한 성능을 가지나, 그 차이는 근소한 것으로 나타났다.

I. 서론

5G 밀리미터파 대역 연구에 이용되는 PTFE(Polytetrafluoroethylene) 소재는 우수한 저 손실 특성을 가지나 적층 가공의 한계와 비용이 높은 단점이 있다. LCP는 100 GHz 대역에 이르는 넓은 주파수 범위까지 저 손실 특성을 유지하고 치수 안정성이 높은 장점이 있다[1].

본 논문에서는 5G 밀리미터파 26.5 GHz - 27.3 GHz 통과 대역, 평탄도 0.5 dB 이내, 삽입 손실 -1 dB 이내의 특성을 가지는 3차 헤어핀 타입과 인터디지털 타입의 BPF를 LCP와 PTFE 두 기판에 설계하고, 기판 종류와 필터 타입에 따른 대역폭, 삽입손실(Insertion Loss), 평탄도(Flatness) 등의 BPF 성능을 비교한다.

II. 본론

본 논문에서 사용된 LCP 기판의 유전율은 2.9, 손실 탄젠트는 0.0025이며, 각 50 μm 높이의 LCP 3 개 층을 적층하여 기판 전체 150 μm 의 높이를 가진다. PTFE 기판의 유전율은 2.2, 손실 탄젠트는 0.0009이며 기판 높이는 0.254 mm이다. 제안된 BPF는 측정을 위해 측정을 위해 BPF 패턴이 인쇄된 기판 상단에 커넥터 패드를 입력과 출력 포트에 배치하였으며, 비아홀을 이용하여 기판 하단 전면 그라운드와 연결하여 기판 상단의 커넥터 패드로 인한 BPF 성능 열화를 방지하였다. 그림 1은 기판 소재와 타입에 따른 BPF의 S 파라미터 모의실험 및 측정 결과를 나타낸다. 측정에는 Southwest사의 K-타입 커넥터가 사용되었다.

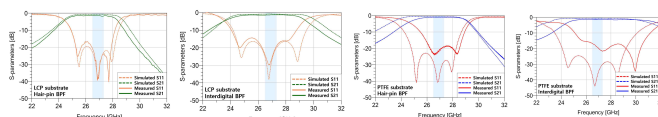


그림 1. 기판 소재와 타입에 따른 BPF의 S 파라미터 모의실험 및 측정 결과

-3 dB S21 대역폭의 모의실험 결과, 본 논문에서 제안된 4개의 BPF 모두 통과 대역 26.5 GHz - 27.3 GHz를 만족하였으며, PTFE 인터디지털

타입, LCP 인터디지털 타입, PTFE 헤어핀 타입, LCP 헤어핀 타입 순으로 대역폭 성능이 우수하였다.

통과 대역 내 삽입손실 성능의 모의실험 결과, 본 논문에서 제안된 4개의 BPF 모두 -1 dB 이내의 삽입손실 특성을 가진다. PTFE 헤어핀 BPF의 통과 대역 내 삽입손실은 -0.667 dB 이상, PTFE 인터디지털 BPF의 경우 -0.72 dB 이상으로 나타났다. LCP 인터디지털 BPF의 삽입손실은 -0.866 dB 이상, LCP 헤어핀 BPF의 경우 -0.937 dB 이상으로 제안된 4개 BPF 중 가장 저조한 삽입손실 특성을 나타내었다. 그러나 가장 우수한 삽입손실 특성을 가진 PTFE 인터디지털 BPF와 비교했을 때, 최대 0.217 dB의 근소한 차이임을 알 수 있다. 통과 대역 내 평탄도의 경우 PTFE 기판을 이용한 인터디지털 BPF가 0.017 dB로 가장 우수했고, LCP 기판을 이용한 헤어핀 BPF가 0.07 dB로 가장 저조한 특성을 보였으나 그 차이는 0.053 dB로 근소한 수치임을 알 수 있다. 모의실험과 측정 결과 사이 오차는 커넥터 연결에 의한 것으로 추정된다.

III. 결론

밀리미터파 대역에서 헤어핀 타입과 인터디지털 타입 두 종류의 BPF를 LCP와 PTFE 두 종류의 기판을 이용하여 설계하였다. 비교 결과 PTFE 기판에 설계한 BPF가 LCP 기판에 제작한 BPF보다 대역폭, 삽입손실, 평탄도의 성능이 우수하나, 그 차이는 근소하였다. 따라서, 5G 밀리미터파 대역에서 LCP 기판 소재는 PTFE 등의 저 손실 PCB 기판 소재를 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] S. H. Choi, J. I. Ryu, J. Y. Lee, J. Y. Lee, and B. Ch. Nam, "Transmit-receive Moudle for Ka-band seekers using Multi-layered Liquid Crystal Polymer Substrates", Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, 20(5), (2020).