

Cross 결합 패턴을 갖는 수직 적층 및 수평 배열된 유전체 도파관 대역통과필터

*전동석, 김혜천, 유현규

한국전자통신연구원 초고주파회로그룹

dsjun@etri.re.kr

A vertically staked and a horizontally arranged Dielectric Waveguide Bandpass Filter with cross coupling pattern

*Dong Suk Jun, Hae Cheon Kim, Hyun Kyu Yu

ETRI RF Circuit Group

요 약

본 논문에서는 LTCC를 이용한 cross 결합 패턴을 갖는 수직 적층과 수평 배열된 유전체 도파관 대역통과필터를 제안하였다. 필터의 크기를 줄이기 위해서 유전체 도파관 공간기를 수직 적층구조와 필터의 감쇠극 조절을 위해서 유전체 도파관 공간기를 수평으로 정렬하고, 서로 인접하지 않는 공간기 사이에 cross 결합 패턴구조로 하였다. 제안된 필터로 설계 제작 및 측정하였다. 중심주파수 59 GHz, 대역폭 2 GHz, 삽입손실 -1.78 dB, 반사손실 -20 dB 그리고 감쇠극 주파수 56 GHz를 얻을 수 있었다.

1. 서 론

현대 사회가 정보화 사회로 발전함에 따라 통신망을 통한 데이터의 교환이 급격하게 증가하게 되었다. 이에 따라 디지털 장비는 미디어의 고속전송이 이슈화되고 있다. 또한 홈 네트워크 기술에서 모든 미디어의 유선전송에서 무선 전송방식을 추구하고 있고, 데이터 전송도 1 Gbps 이상 광대역 및 대용량을 요구하고 있다. 따라서 고속전송, 광대역 그리고 대용량에 적합한 60 GHz 시스템은 크기, 가격 그리고 생산성이 가장 중요한 이슈이다.

최근에서는 소형, 저가격의 구현하기 위해 LTCC를 이용한 RF모듈 및 시스템 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 미국 조지아대에서의 J.-H.Lee는 cavity를 수직 적층 및 스톱형태의 transition을 이용하여 소형화 필터 연구[1]를 하였으며, 일본 NEC masaharu Ito, ETRI Dong Suk Jun에 의해 cross 결합 형태[2,5] 및 U자형 transition을 이용한 필터 연구를 하였고, Sung Tae Choi에 의해 Chebyshev 결합형태 및 T자형 transition을 이용한 필터 연구[3]를 하였고, Dominic Deslandes은 도파관 경계면 사이에 평행하게 배열된 via 간격, 도파관 경계면에 배열된 via 간격 및 via 지름 등에 대한 손실과 via의 offset 간격으로 이용한 필터 연구[4]를 하였다. 이들 모두는 LTCC를 이용하여 마이크로스트립 라인 및 스트립라인 그리고 CPW 등으로 구현된 필터들 보다 방사손실을 적게하여 삽입손실을 개선하기 위해 embedded 구조로 형성되어 있다.

본 논문에서는 LTCC를 이용한 cross 결합 패턴을 갖는 수직 적층과 수평 배열된 유전체 도파관 대역통과필터를 서술하였다. 필터의 크기를 줄이기 위해서 유전체도파관 공간기를 수직으로 형성과 필터의 감쇠극 조절을 위한 cross 결합 패턴구조를 수평으로 정렬하고, 서로 인접하지 않는 공간기 사이에 cross 결합 패턴구조로 하여 시뮬레이션 과 실험을 하였다.

2. Transition 설계

Transition은 한 쌍의 1/4 파장의 단락회로 스톱 과 GCPW (Grounded Coplanar Waveguide) 임피던스 트랜스포머 그리고 입력/출력 단자를 그림 1, 그림 2와 같이 구성하였다. Transition 구조는 상하의 급속으로 도금된 평판 기판에 원하지 않는 모드 발생을 억제하기 위해 CPW의 상판 접지 평판에서 하판 접지평판을 연결하는 via 구멍을 형성하였다[3]. 그림 1에서 보여주는 있는것은 스톱의 전계분포이며, 1/4 파장 스톱 중심에서 가장 크고, 스톱의 단락 회로의 접지 부분에서는 가장 적은 전계분포를 형성하는 것을 알 수 있었다.

도파관 폭 (w)은 TE_{10} 도파관모드의 cut off 주파수에 의해 결정하였고, 도파관 경계면과 경계면 사이의 평행하게 배열된 via의 간격으로 형성하였다. 누설 손실을 최소화 하기위하여 도파관 경계면에 배열된 via의 간격 p 로 구성하였고, via의 간격 p 및 지름 d 은 공정상 제한 및 삽입손실을 고려하여 결정하였다[4]. 도파관 높이는 0.3 mm 이고, 필