

에어라인 동축 선로를 포함하는 Ka 대역의 코액셜-도파관 천이 구조에 대한 연구

*노윤섭, 엄만석, 엄인복
*한국전자통신연구원, 위성통신 RF 기술연구팀
*nohys@etri.re.kr

A Study on the Ka-band Coaxial-to-Waveguide Transition Including Coaxial Airline

*Youn-Sub Noh, Man-Seok Uhm and In-Bok Yom

*Satellite Communications RF Technology Team, Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요 약

WR-34 도파관과 차단 주파수가 26.5 GHz 인 SMA 3.5 커넥터로 구성된 Ka 대역 코액셜-도파관 천이 구조를 SMA 3.5 커넥터의 내부 도체 중 도파관에 침투되는 도체를 RF 신호의 커플링을 위한 프로브로 사용하여 성공적으로 30 GHz 이상의 주파수에서 설계 및 제작 시험을 하였다. 도파관과 코액셜 라인 사이에 차단 주파수가 46 GHz 인 50 옴 에어라인 동축 선로를 포함하도록 설계하여 30 GHz 이상의 주파수에서도 안정된 동작을 하도록 하였다. 측정된 삽입 손실 및 반사 손실은 28.6 GHz~31.3 GHz 에서 각각 -0.28 dB와 -15 dB를 보였고 이는 시뮬레이션 결과와 매우 유사한 특성이다.

I. 서론

마이크로파/밀리미터 주파수 대역의 회로들의 중요 적용 분야는 우주 항공 및 군사 분야이다. 이 대역의 주파수의 회로로 이루어진 모듈의 입력 및 출력 포트는 도파관이나 SMA 커넥터를 사용하게 되므로 모듈 간의 전기적 연결을 위하여 도파관-SMA 커넥터의 천이 구조가 반드시 필요하게 된다.

일반적으로 SMA 커넥터의 차단 주파수에 해당하는 26.5 GHz 이상의 주파수에서의 도파관-코액셜의 천이 구조는, 차단 주파수 특성이 26.5 GHz인 코액셜 피드쓰루(Coaxial FeedThru)를 사용한 디스크 종단 프로브(disc-ended probe) 형태이다[1]. 그러나 디스크를 사용하는 경우 디스크의 가공 및 접촉 등의 추가 공정이 필요하게 되어 경량, 저가로 구현될 수 없다는 단점이 있다. 그리고 디스크를 사용하지 않고 글래스 비드(Glass Bead) 만을 사용한 60 GHz에서의 천이 구조가 소개 되었지만[2], 글래스 비드의 내부 도체의 직경 0.3 mm는 30 GHz 대역에서 RF 신호의 커플링을 위한 수치로서는 너무 작아 디스크가 필요한 구조로만 구현될 수 있다.

본 논문에서는 30 GHz 이상의 주파수에서 동작하는 코액셜 라인으로 SMA 3.5(내부도체 직경:1.27 mm, 테프론 직경:4.115 mm, 유전율:2.08) 커넥터를 제안하

였다. 내부 도체 1.27 mm는 RF 신호 커플링을 위한 프로브로 동작하기에 충분하다. 또한 46 GHz의 차단 주파수를 갖는 코액셜 에어라인은 도파관과 코액셜 라인 사이에 형성되어 전송 모드에 의해 발생하는 특성 열화의 문제점을 피하게 해준다.

SMA 3.5의 내부 도체의 일부분이 프로브로 동작하는 구조는 일반적인 디스크 종단 프로브에 비해 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 제작 및 공정 감소로 인한 높은 재현성이 보장된다.
- 추가의 디스크나 접착이 불필요한 저가 구조의 구조를 갖는다.
- 위성 통신에 적용 시 특별히 중요한 기계적 진동이나 쇼크에 강한 구조이다.

II. 코액셜-도파관 천이 구조 설계

에어라인 동축 선로를 갖는 코액셜-도파관 천이 구조의 3차원 형상을 그림 1에 도시하였다. 그림에서와 같이 SMA 3.5 커넥터의 내부 도체 중 도파관에 침투되는 내부 도체를 RF 신호 커플링을 위한 프로브로 사용하였고 그림에서와 같이 디스크의 사용을 배제하였다. 따라서 디스크를 사용하지 않은 결과로 디스크