

교차 S형 슬롯 개구 결합 원형편파 마이크로스트립 패치 안테나 설계

¹김도균, ¹이건희, ¹복준서, ²김현수, ^{1,2}한상민*

¹순천향대학교 정보통신공학과, ²순천향대학교 ICT융합학과

*smhan@sch.ac.kr

Cross S-slot Aperture-Coupled Microstrip Patch Antenna Design with Circular Polarization

¹Dokyun kim, ¹Geonhui Lee, ¹Junseo Bok, ²Hyeonsu Kim, and ^{1,2}Sang-Min Han*

¹Dept. Information and Communication Eng., Soonchunhyang Univ.,

²Dept. ICT Convergence, Soonchunhyang Univ.

요 약

본 논문은 교차 S형 슬롯 개구 결합 원형 편파(RHCP) 마이크로스트립 패치 안테나(Cross S-slot Aperture-Coupled Microstrip Patch Antenna for Circular Polarization)를 설계하였다. 대역폭 확장과 구조적 장점, 설계의 유연성 살릴 수 있는 개구 결합 급전 방식을 사용하였고 접지면의 슬롯은 교차 S형 모양을 사용하였다. 그 결과 기존 대비 축비의 대역폭이 약 0.3% 증가와 크기가 약 7.518% 감소를 달성하였다.

I. 서 론

최근 V2X, RFID, 위성 통신과 같은 다중 경로 환경에서 안정적인 데이터 전송을 위한 원형 편파 안테나 기술의 연구가 이뤄지고 있다.[1],[2] 선형 편파 안테나는 특정 편파 방향으로만 에너지를 송신하기 때문에, 수신기와 편파 정합이 요구되나, 실제 환경에서는 단말기 방향 변화나 다중경로 반사로 인해 편파 정합이 유지되기 어렵다. 반면, 원형 편파 안테나는 반사 및 페이딩에 대한 내성이 뛰어나고, 송신 시 다양한 편파 방향으로 에너지를 균일하게 방사할 수 있어, 수신기 편파와의 불일치로 인한 손실을 줄일 수 있다.[3] 본 논문은 개구 결합 급전 방식을 사용해 대역폭을 확장하고 비대칭적인 슬롯 구조를 통해 축퇴 모드를 발생시켜 원형 편파를 생성하는 마이크로스트립 패치 안테나를 설계한다.

II. 교차 S형 슬롯 개구 결합 원형 편파(RHCP) 마이크로스트립 패치 안테나 설계

본 논문에서 제안된 안테나 기판은 $\epsilon_r = 4.4$ 인 FR4 기판을 사용하였으며, 두께 0.8mm 하부 기판과 1.6mm의 상부 기판을 사용하였다. ISM 대역인 2.4GHz로 동작시키기 위해 26.85mm 크기의 정사각형 패치를 상단 기판 위에 위치시켰으며 원형 편파 방사를 위한 축퇴 모드를 발생시키는 비대칭적 형태(교차 S형)로 개구면을 설계하였다. 급전 선로의 길이는 전류가 최대가 되는 지점에서의 효율적인 결합을 유도하기 위해, 커플링이 발생하는 슬롯 중심까지의 거리와 이를 기준으로 한 $\lambda/4$ 를 추가한 길이로 설정하였다. 급전선로의 에너지가 패치로 가장 효율적으로 전달되기 위해 개구면의 폭은 0.65mm로 설정하였고, 가로와 세로 길이를 4.25mm 차이나게 설정하였다. 4개의 날개는 0.1mm씩 차이 나게 하여 공진 주파수를 다르게 하여 CP 대역폭을 증가시켰다. 꺾이는 부분의 선로 폭을 0.65mm로 설정하기 위해 Fillet을 적용하였다. 임피던스 대역폭은 150MHz로 2.31GHz ~ 2.46GHz에서 -10dB 이하의 반사 손실이 나타났으며, 3dB 이하의 축비를 갖는 축비 대역폭은 2.384GHz ~ 2.417GHz로써 33MHz를 갖는 것으로 나타났다. 또한, 2.4GHz에서 3.3dBi의 최대 이득을 보였다.

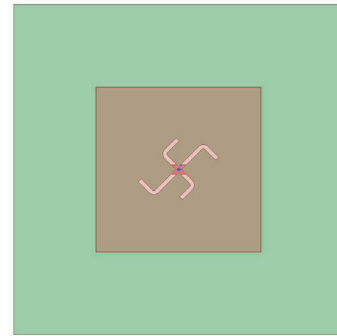


그림1. HFSS 시뮬레이션을 통해 설계한 안테나

III. 결론

본 논문에서는 개구 급전을 사용한 원형 편파 마이크로스트립 패치 안테나를 연구하였다. 연구된 구조는 원형 편파 특성을 가지고, 정형화된 공식을 통해 설계가 가능하다. 비대칭 구조와 90° 위상차 분석을 통해 제안된 패치의 전자기장 분포를 분석한 결과, TM_{01} 모드와 TM_{10} 모드가 서로 직교함을 확인하였다. 고안한 안테나는 1.375%의 축비 대역폭을 가져 기존 대비 약 0.3% 증가하였고, 크기가 약 7.5% 감소하였다. 고안한 안테나는 소형화와 넓은 AR 대역폭 설계에 기여할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 순천향대 교육혁신원의 학술공동체 사업 결과와 2025년도 정부 재원(과학기술정보통신부 여대학원생 공학연구팀제 지원사업)으로 과학 기술정보통신부와 한국여성과학기술육성재단의 지원을 받아 수행되었습니다(WISET-2025-172호).

참 고 문 헌

- [1] 박기동, “변형된 H형 슬롯 개구 결합 원형편파 마이크로스트립 배열안테나 설계,” 한국통신학회논문지, 제40권, 제7호, pp. 1363-1368, 2015.07.
- [2] 박기동, “바람개비형 슬롯 결합 원형 편파 마이크로스트립 안테나,” 한국통신학회논문지, 제35권, 제10호, pp. 220-224, 2010.10.
- [3] 홍민철, 서영재, 한상민, 윤원상, “비대칭 개구면 결합 급전을 이용한 원형편파 마이크로스트립 안테나,” 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집, 대한전자공학회, pp. 425-426, 2017.06.