

The Challenge to Extremely Low-profile Wideband TCDA Antenna

김성중^{*}, 남상욱
 서울대학교 전기정보공학부 뉴미디어통신공동연구소
 sjkim@ael.snu.ac.kr^{*}, snam@snu.ac.kr

1. 서론

TCDA(Tightly Coupled Dipole Array)는 낮은 높이와 광대역 특성을 갖기 때문에 제안된 이후로 지금까지 널리 사용돼 왔다 [1]. 일반적으로 광대역을 갖는 TCDA의 높이는 $0.1 \lambda_{low}$ 이다 [2]. 반면에 마이크로스트립 타입의 패치 안테나는 $0.001\lambda_{low}$ 이하의 매우 낮은 높이를 갖지만 대역폭이 매우 제한적이다 [3].

본 논문에서 마이크로스트립 패치 안테나보다는 높은 높이를 갖지만 TCDA보다는 낮은 높이를 갖는 새로운 타입의 광대역 안테나를 제안한다.

2. 본론

Polarization Converter (PC)을 통해 입사한 편파를 90도 회전 시켜줄 수 있다 [4]. 그림 1은 PC의 구조물을 보여준다. 그림 2는 편파의 변환 특성을 보여준다. r_{xx} 는 x방향 편파의 반사 특성을, r_{yx} 는 x방향의 편파가 y방향 편파로 변환되는 비율을 말한다. 약 0.9 - 2.2 GHz에서 편파가 변환되는 것을 알 수 있다.

TCDA antenna는 ground plane 와 가까이 위치하게 되면 임피던스 정합을 하기 어렵다. 그러나 그림 3과 같이 TCDA antenna와 ground plane 사이에 PC를 두게 되면, PC에 반사되고 돌아오는 편파는 TCDA antenna와 커플링이 되지 않기 때문에 임피던스 정합이 가능하다. 기판은 FR-4를 사용하였으며, 급전 구조는 스트립 라인을 통해 그라운드 표면 밑으로 연결됐다. 50옴 동축 케이블에 정합 하기 위해 광대역 Balun이 사용되어야 하며, 4:1 임피던스 변환 칩이 요구된다 [5]. PC와 안테나 사이의 거리는 0.09 mm이다. 그림 4를 통해, PC가 있을 때와 없을 때의 임피던스 정합 차이를 볼 수 있다.

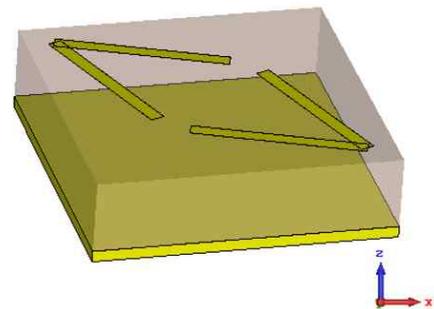


그림 1. Polarization Converter 구조.

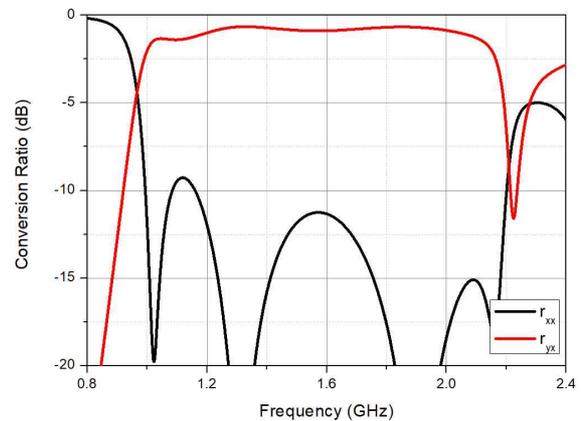


그림 2. 편파 변환 특성.

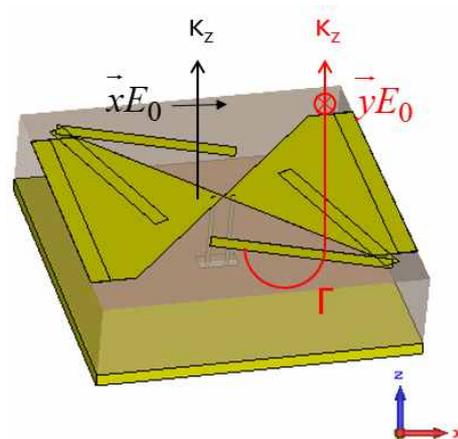


그림 3. 제안된 안테나의 유닛셀 구조.

임피던스 대역폭은 $VSWR < 2$ 기준으로 0.56 - 1.28 GHz (78.3%)이다. 가장 낮은 동작 주파수 기준으로 높이는 $0.038\lambda_{low}$ 이다. 주목할 점은 편파 변환 대역이 이동했다는 것이다. 약 0.9에서 2.2 GHz의 편파 변환대역이 약 0.6에서 1.3으로 하향됐다. 이는 TCDA와 PC 사이의 거리가 매우 가깝게 함으로써 near field coupling이 작용했기 때문이다.

PC를 통해 반사된 편파는 안테나에서 방사하는 편파와 90도 차이가 나며 위상이 다르기 때문에 방사하는 편파의 위상이 주파수에 따라 일정하지 않은 문제점이 있다. 그림 5은 XoPol (y방향 편파)과 CoPol (x방향 편파)의 비율을 보여준다. 예상했듯이, 임피던스 정합 대역 내에서 y방향의 편파가 급격하게 증가함을 알 수 있다. 또 하나 주목할 점은, x방향 편파와 y방향 편파의 양이 같지 않고 y방향의 편파가 더욱 크다는 것이다. 이것 또한 near field coupling에 의해 설명될 수 있다.

3. 결론

새로운 타입의 매우 낮은 높이 광대역 안테나를 제안하였다. Near field coupling을 통해 편파 변환 대역을 낮추었고, PC를 통해 매우 낮은 높이에서도 임피던스 정합에 성공하였다. 그러나 동작대역 내에서 안정된 편파를 갖기 위해서는 편파 개선 연구가 요구된다.

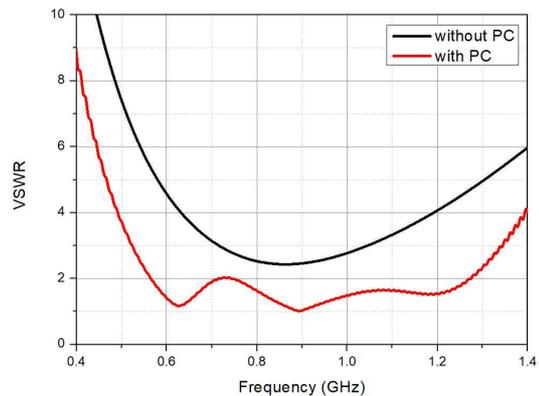


그림 4. 임피던스 정합 특성.

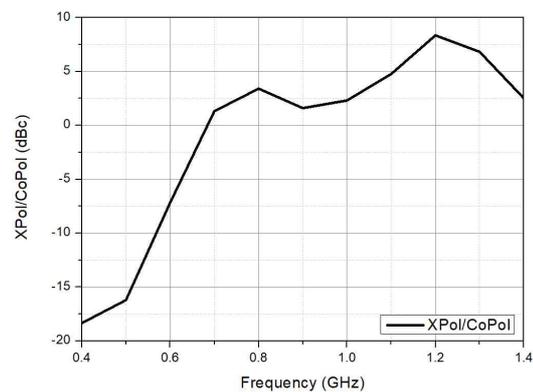


그림 5. 제안 안테나의 Xpol/CoPol Level.

참고문헌

- [1] Munk, Ben A. Finite antenna arrays and FSS. John Wiley & Sons, 2003.
- [2] Doane, Jonathan P., Kubilay Sertel, and John L. Volakis. "A wideband, wide scanning tightly coupled dipole array with integrated balun (TCDA-IB)." IEEE Transactions on Antennas and Propagation 61.9 (2013): 4538-4548.
- [3] Kim, Tae-Young, et al. "A linear phased array antenna composed of inductive loaded patch antennas." IEEE antennas and wireless propagation letters 10 (2011): 1051-1054.
- [4] Gao, Xi, et al. "Ultrawideband and high-efficiency linear polarization converter based on double V-shaped metasurface." IEEE Transactions on Antennas and Propagation 63.8 (2015): 3522-3530.
- [5] Tzanidis, Ioannis, Kubilay Sertel, and John L. Volakis. "UWB low-profile tightly coupled dipole array with integrated balun and edge terminations." IEEE Transactions on Antennas and Propagation 61.6 (2013): 3017-3025.