

광대역 밀리미터 파 End-Fire ME-다이폴 안테나의 방사각에 관한 연구

김준현, 장태환*

한양대학교 에리카 전자공학부

{dean9778, hundredwin}@hanyang.ac.kr

A Study on Radiation Angle of the Wideband Millimeter-Wave End-Fire Magnetolectric Dipole Antenna

Jun Hyun Kim and Tae Hwan Jang*

Hanyang University ERICA

요약

안정적인 데이터 전송에 효과적인 방법 중 하나로 5세대(5G) 네트워크 통신 기술이 대두되고 있다. 5G 통신의 광역대는 28, 37, 그리고 39GHz로 표준이 되어있으며, 해당 주파수에 매칭될 수 있는 많은 안테나들이 설계되고 있다. 이러한 5G의 핵심 동력은 기가바이트당 비용 절감과 고주파 광역대와 함께 파장 길이를 감소시킬 수 있다는 것에 있다. 본 논문은 ME-다이폴 안테나의 기본적인 구성 및 세부 사항의 변조를 통해, 같은 전력으로 더 작은 파장과 물리적 크기를 갖는 안테나의 설계를 제시한다. 기본적인(formal) 버전과 이에 좀 더 넓은 빔 폭(beam width)을 갖는 버전, 총 두 가지의 ME-다이폴 안테나를 설계하였고, 이후 활용될 미래 가치에 대해 언급한다.

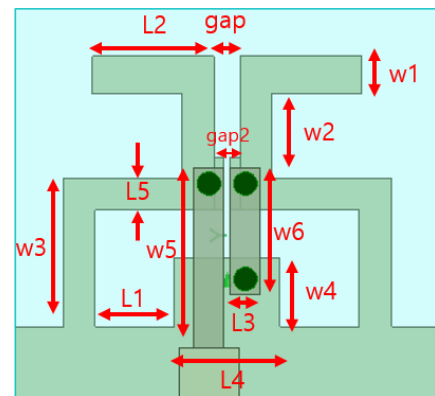
I. 서론

ME-다이폴 안테나는 M-dipole(Magnetic dipole)인 루프 안테나와 E-dipole(Electric dipole)인 다이폴 안테나가 결합된 안테나를 말한다. 두 안테나의 결합은 각각의 공진 주파수가 합쳐져, 가용 주파수 대역폭 넓혀 주며 안정적인 방사 패턴, 낮은 교차 편파 그리고 적은 후방 엽(lobe)을 발생시킨다.

<그림 1>은 [1]에서 제시한 ME-다이폴 안테나의 디자인이자, 본 논문에서 기본적인 버전(formal)으로 다루고 있는 디자인이다. 본 논문에서는 향후 안테나의 다양한 활용을 고려해, 다이폴 방향으로의 낮은 이득과 양옆으로의 넓게 방사할 조건을 찾아 좀 더 넓은 방사 범위 및 빔 폭을 갖는 수정된 안테나를 제시한다.

II-1. 안테나의 구조 및 원리

'그라운드-유전체-시그널 라인'의 3층 구조로 이루어진 해당 안테나로, 유전체의 얇은 두께는 도체 손실을, 두꺼운 두께는 방사손실을 각각 더 유발한다. 따라서 0.254mm의 높이, 2.23의 비투자율 그리고 0.004의 손실 탄젠트를 갖는 타코닉 기판을 선택하여 설계하였다. 안테나의 방사 방향은 루프와 다이폴 보강을 통해, <그림 1>의 위로 향하게 된다. 시그널 라인으로는 마이크로스트립 라인이 수평으로 나란히 놓여있는 구조를 선택하였다. 이는 포트와 연결된 왼쪽의 시그널 라인으로 신호가 흘러 들어가 180°의 위상 변화를 겪어 오른쪽의 그라운드 라인으로 나오게 되는 구조임을 알 수 있다.



Unit: mm

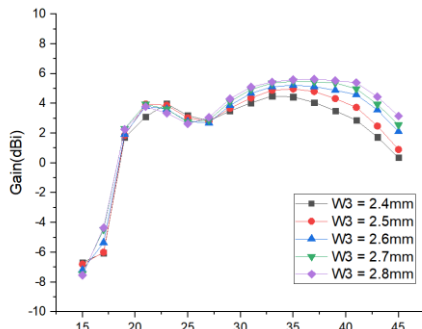
L1	L2	L3	L4	L5	gap	gap2
1.5	2.3	0.57	2	0.6	0.5	0.12

W1	W2	W3	W4	W5	W6
0.7	1.6	2.8	1.3	3.4	2.4

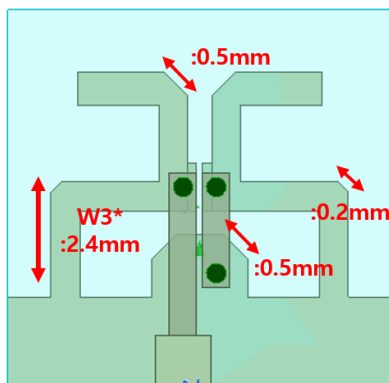
<그림 1. 안테나 공정 정보>

루프 안테나의 크기 감소는 더 큰 방사손실과 낮은 안테나 이득 값을 유발한다. 이를 바탕으로 루프 안테나의 높이 성분인 'W3'를 줄이고 모서리를 다듬어, 더 낮은 안테나 이득을 이끌어낼 수 있었다. <그림 2>에서는 W3의 값이 줄어들수록, 기존 안테나 방사 방향으로의 이득이 점점 줄어드는 것을

확인할 수 있다. 결과적으로 <그림 3>와 같이 방사 범위를 양옆으로 넓힌 최적의 안테나를 제안한다.



<그림 2. W3의 길이 및 모서리를 수정한 안테나>

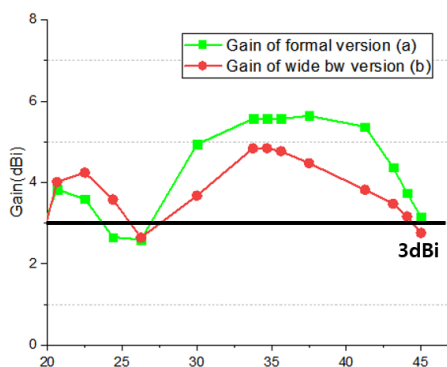


<그림 3. W3에 따른 gain 값 비교>

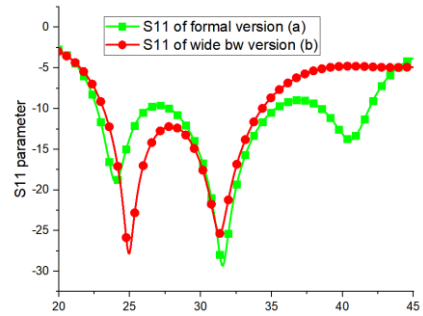
이렇게 수정된 안테나의 효과로는 더 큰 3dBi 이상의 이득 분포와 반사계수는 작아지지만 이전보다 넓어지는 주파수 대역폭 그리고 넓어지는 반 전력 빔 폭(HPBW) 등이 있다.

II-2. 비교

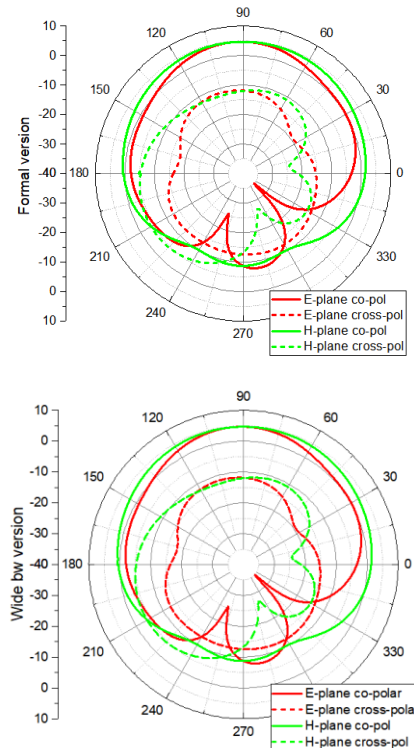
자료에서 기존 설계의 안테나를 'Formal version' 그리고 빔 폭(beam width)을 넓혀 새롭게 설계한 안테나를 'Wide bw version'로 표기했음을 명시한다. 또한 설정 주파수 값으로 모두 30GHz로 연구를 진행하였다.



<그림 4. 안테나 이득 비교>



<그림 5. 입력 포트의 S 파라미터 비교>



<그림 6. Realized 이득 비교>

III. 결론

본 논문은 기존 ME-dipole 방향의 방사 범위를 양옆으로 늘려, 안테나의 새로운 구조적 활용을 제안한다. 양옆으로 더 넓게 방사되는 효과는 그라운드층의 수직 성분, 안테나의 배열 등과 함께 융합되어, 향후 사용자의 필요에 따라 더 다양한 안테나 설계에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022R1F1A1072517)

참고 문헌

- [1] Jingtao Zeng, Student Member, IEEE, and Kwai-Man Luk, Fellow, IEEE "Wideband Millimeter-Wave End-Fire Magnetolectric Dipole Antenna With Microstrip-Line Feed". IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 68, no. 4, pp. 2658-2661, APRIL. 2020.