

# Ku-대역 FMCW 레이다용 주파수 빔 조향 배열 안테나 설계 및 제작

배은규, 최병운, 박지은, 전해룡, 이주현, 박형건, 조인호

알에프시스템즈(주)

egbae@rf-systems.co.kr

## Design and Fabrication of A frequency beam scanning Array Antenna for Ku-Band FMCW radar systems

Bae Eun Gyu, Choi Byeong Woon, Park Ji Eun, Jeon Hae Ryong, Bae Eun , Lee Joo Hyun, Park

Hyeong Geon, Cho In Ho

RF Systems Co., Ltd.

### 요약

본 논문에서는 Ku-대역 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이다 시스템에 적용할 빔 조향 배열 안테나 설계 및 제작에 대해서 기술한다. 안테나는 비발디 안테나(Vivaldi Antenna) 구조로 커플링 방식 급전부를 가지는 1x12 배열로 설계하였으며 주파수 별 빔 조향 범위를 위해 meander 구조를 가지는 급전 네트워크를 적용하여 설계 및 제작하여 성능을 확인하였다.

### I. 서론

최근 드론에 대한 레이다 탐지 및 식별 기술들이 많이 연구되고 있다.[1] 본 논문은 FMCW 방식의 레이다용 안테나로 주파수에 따른 빔조향 범위를 향상할 수 있는 meander line 구조를 적용하여 EM시뮬레이션을 통하여 안테나의 설계, 제작 및 시험 결과에 대한 내용을 기술 한다

### II. 본론

배열 안테나는 비발디(Vivaldi Antenna) 구조로 배열 간격은  $0.55\lambda$ , 전력 비는 테일러 분포 공식을 적용하여 지평 급전 회로를 설계하였다. 주파수에 따라 20도 이상 넓은 빔 조향 범위를 확보하기 위해 아래 수식으로 계산된  $4\lambda$  길이의 meander line 구조를 적용하였다.

$$\Delta\lambda = 2\lambda_0(d/s)\sin(\theta_1) \times 0.01 [\%]$$

$\Delta\lambda$ 는 파장 변화량,  $\lambda_0$ 는 중심 주파수의 파장,  $d$ 는 배열 소자 간격,  $s$ 는 배열 소자 간 전송 선로 길이,  $\theta_1$ 는 주파수 별 빔 조향 범위를 나타낸다. 안테나의 급전부는 Taconic사의 RF-35TC 기판, 복사부는 Al 하우징 구조를 적용하였다. 그림 1은 설계된 1x12 배열 안테나의 형상과 복사 패턴 EM 해석 결과이다.

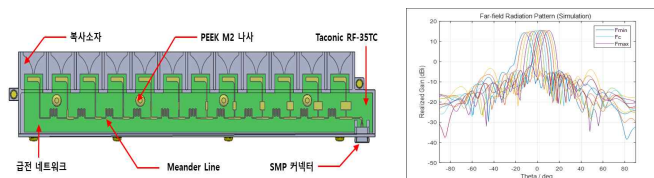


그림 1. Ku 대역 배열 안테나의 설계 및 복사 패턴 EM 해석 결과



그림 2. Ku 대역 배열 안테나 제작 형상 및 복사 패턴 측정 결과

그림 2는 제작된 안테나의 형상과 복사 패턴 측정 결과이다. 제작된 배열 안테나의 반사 계수는 -15dB 이하이고 표1에서는 복사 패턴의 해석 결과와 측정 결과를 비교하였다.

주파수	EM 해석 결과			제작 안테나 측정 결과		
	Fmin	Fc	Fmax	Fmin	Fc	Fmax
이득[dBi]	14.3	15.5	15.5	14.0	14.8	15.0
주빔방향[°]	10	-2	-13	9	-2	-14
부엽레벨[dB]	-19.2	-19.7	-17.4	-20.4	-19.5	-17.2

표1. Ku 대역 배열 안테나 복사 패턴 결과

제작된 안테나의 복사 패턴 측정 결과 이득은 14 dBi 이상이며 빔 폭 평균은 8°로 해석 결과와 유사하였다. Meander line 구조를 적용한 주 빔 조향 방향은 주파수 별로 9°~14°로 총 23°의 조향 범위를 가지는 것으로 확인하였다. 테일러 분포 공식으로 설계된 급전 회로의 1차 부엽 레벨은 -17.2dB 이하의 특성을 가지는 것을 확인하였다.

### III. 결론

본 논문에서는 주파수 별 빔 조향을 위한 FMCW 레이다용 1x12 배열 안테나를 설계 및 제작하였다. 단위 안테나 간  $4\lambda$  meander 구조를 적용한 결과 사용 주파수에서 23°의 전기적 빔 조향이 되는 것을 확인하였으며 1x12 배열을 기본 형태로 향후 탐지거리를 늘리기 위해 12x32 배열 FMCW 레이다 안테나로 응용 범위를 확대하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 대한민국 정부(산업통상자원부 및 방위사업청) 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다. (과제번호 22-CM-TN-15)

### 참고 문헌

[1] M. Jian, Z. Lu, and V. C. Chen, "Drone detection and tracking based on phase-interferometric Doppler radar," in *2018 IEEE Radar Conference*, Apr. 2018, pp. 1146–1149.