

함정 탑재용 X-대역 탐색안테나장치 설계 및 제작

Design and Fabrication of a Vessel-Mounted X-Band Surveillance Antenna Unit

김민기 · 정형진 · 주정명 · 권시원 · 지우진 · 한재섭 · 이종훈 · 신동준

Min-Gi Kim · Hyoung-Jin Jung · Joung-Myoung Joo · Si-Won Kwon · Woo-Jin Chi ·
Jae-Sub Han · Joung-hoon Lee · Dong-Jun Shin

요 약

본 논문에서는 함정 탑재용 X-대역 탐색안테나장치의 설계 및 제작 결과를 기술하였다. 운용 환경을 고려하여 수랭식 방열 구조로 열적 안정성을 확보하였다. 고속 빔조향 및 운용 신뢰성을 고려하여 능동형 전자 주사식 위상배열 레이다(AESA, active electronically scanned array)로 개발하였으며 전 방위를 탐지를 위해 00.00° 이상 빔 조향이 가능하도록 복사소자 간격 및 배열을 결정하였다. 근접전계 시험을 통해 탐색안테나장치의 성능을 검증 하였으며 함정용 X-대역 탐색안테나장치 검증 결과 유효 등방성 복사전력(EIRP, effective isotropic radiated power) 00.00 dBm 이상, 수신이득 대 잡음 비(G/T, gain to noise temperature ratio) 0.00 dB/k 미만, 최대 빔조향 00.0° 이상으로 요구 성능을 만족하였다.

Abstract

This paper presents the design and fabrication of a vessel-mounted X-band surveillance antenna unit. Thermal stability was ensured using a water-cooled heat dissipation structure to accommodate the operational environment. The antenna was developed as an active electronically scanned array to enable rapid and versatile beam steering. The spacing and arrangement of the radiating elements were optimized to allow beam steering above 0.00° per side for omnidirectional detection. The antenna performance was verified through near-field measurements. The effective isotropic radiated power exceeded 0.00 dBm, the gain-to-noise-temperature ratio exceeded 0.00 dB/K, and the beam steering angle exceeded 0.00°.

Key words: Vessel-Mounted, AESA Antenna, Surveillance Antenna, Thermal Stability

I. 서 론

본 논문에서는 함정 탑재용 X-대역 탐색안테나장치의 설계 및 제작 내용을 기술하였다. 함정 탑재용 X-대역 탐색안테나장치의 형상은 그림 1과 같으며 함정에 탑재되어 전 방위 탐지 기능을 통해 표적 정보를 제공하는 임무를 수행한다.

탐색안테나장치는 능동형 전자 주사식 위상배열 레이다로 개발 되어 고속 및 다중 빔 조향이 가능하고^{[1],[2]} 일부 송수신 채널에 불량 발생 하더라도 점진적 성능저하(graceful degradation)로 인해 임무 수행이 가능하여 높은 신뢰성을 보유하고 있다^[3].

탐색안테나장치는 함정 탑재를 위해 방열 성능, 전기적

LIG넥스원(LIG Nex1)

· Manuscript received July 9, 2025 ; Revised August 17, 2025 ; Accepted September 1, 2025. (ID No. 20250709-076)

· Corresponding Author: Min-Gi Kim (e-mail: mingi.kim@lignex1.com)

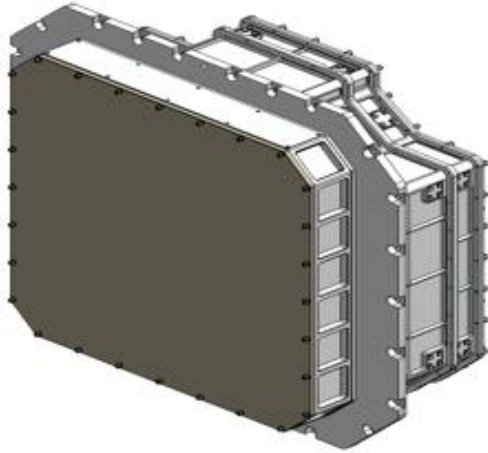


그림 1. 탐색안테나장치 형상
Fig. 1. Shape of vessel-mounted X-band antenna unit.

성능 및 구조적 조건을 만족해야 한다. 열악한 해상 조건에서 상시 임무 수행이 가능하도록 외부 환경 조건의 영향성이 적어야 하고 열적 안정성이 최우선적으로 확보가 필요하다. 수백 개의 송수신 채널의 온도에 의한 전기적 성능 편차가 발생하지 않도록 위치별 균일한 냉각 성능이 요구된다. 탐색안테나장치의 주 발열원인 TR조립체 및 전원 모듈을 냉각판과 접촉시켜 수랭식으로 방열이 되도록

열 해석과 온도 시험을 통해 열적 안정성을 확보하였다. 또한, 해상 환경을 고려하여 건조공기를 공급받아 내부 구성품의 부식을 방지할 수 있도록 하였다.

탐색안테나장치의 성능은 근접전계 시험을 통해 검증하였다. II장에서는 탐색안테나장치 및 구성품 설계 및 제작 결과, III장에서는 탐색안테나장치의 성능 시험 결과를 기술하였다.

II. 탐색안테나장치 및 구성품 설계/제작

그림 2는 탐색안테나장치의 기능블록도이다. 탐색안테나장치는 송신 시 송수신장치를 통해 RF신호를 인가받아 구동증폭조립체를 통해 고출력 증폭한다. 송신 경로 급진 기능을 하는 RF급전조립체를 통해 분기된 신호는 TR조립체로 인가된다. TR조립체는 송신 RF 신호 증폭, 빔연산, 위상 가변 및 이득 가변 기능을 수행하며 송신 RF 신호는 복사소자를 통해 방사된다. 반사된 신호는 복사소자를 통해 수신되며 TR조립체를 통해 저잡음 증폭된다. RF 급전조립체를 통해 분기된 수신 신호는 모노펄스 신호를 형성하는 모노펄스 형성조립체를 통해 구동증폭조립체로 입력되며 구동증폭조립체 수신경로를 통해 송수신장

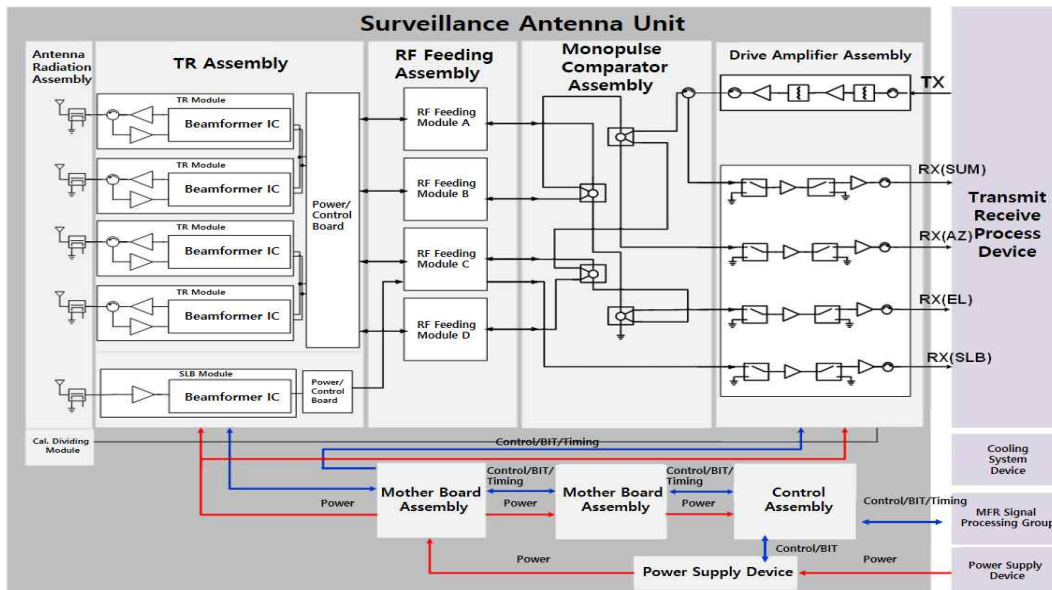


그림 2. 탐색안테나장치 기능블록도
Fig. 2. Block diagram of vessel-mounted X-band antenna unit.

치로 입력된다. 전원공급조립체는 전원공급부로부터 인가받은 전원을 변환하여 구성품에 전원을 인가하는 기능을 수행한다. 제어조립체는 신호처리부로부터 제어 신호를 인가받아 각 조립체 제어, 타이밍 생성 및 BIT 정보를 전달한다. 전면/후면모체판조립체는 제어/전원/타이밍 등 신호를 각 구성품에 전달한다.

2.1 복사소자조립체 설계 및 제작

복사소자조립체는 탐색안테나장치 구성품으로서 X-대역의 RF 신호를 공간상으로 송/수신 및 보정경로를 제공하는 역할을 한다. 탐지기능 수행을 위해 요구되는 광각 빔 조향 범위를 만족하면서, 송신빔은 고지향성을 갖도록 하고 수신빔은 저부엽 특성을 구현하도록 설계하였다. 탐색안테나장치에 요구되는 매우 넓은 빔 조향 범위 내에서 그레이팅-로브(*grating-lobe*)가 발생하지 않으면서, 배열 소자 개수를 최소화 하는 효율적인 배열 구조 및 간격을 설계/적용하였다. 또한 광각 빔 조향 시에도 빔 패턴 성능 저하가 최소화될 수 있는 복사소자 타입 선정 및 지향도 개선과 광폭 빔 패턴을 구현하도록 최적화하였다. 다음으로, 복사소자조립체의 일부 소자는 부엽 차단 기능 구현을 위해 사용하고 빔 패턴 형성을 위한 가중치 분포를 최적화 설계하였다. 마지막으로 외부 충격이나 환경으로부터 복사소자를 보호하기 위한 레이돔은 고강성을 유지하면서 경량화가 가능한 최적 구조로 설계하고, 저손실 특성을 구현해 빔 패턴 성능이 최대한 저하되지 않도록 제작하였다. 그 밖에, 레이더 운용 시 능동 소자 상태 변화에 의한 성능 저하를 보정 및 점검 경로를 제공하였다. 복사소자조립체 설계 형상(부 배열 시편)과 최종 제작 형상은 그림 3과 같다.

복사소자조립체의 전기적 성능 검증을 위해 무반향 챔버 내에서 자기/능동반사계수, 레이돔 손실 및 보정 신호 결합량을 측정하고 근접전계 시설을 이용해 개별 복사소자와 부엽 차단 안테나의 빔 패턴을 측정하였다. 복사소자조립체 시험 구성은 그림 4와 같다. 자기반사계수는 모든 배열 소자에 대해 측정하였고, 능동반사계수는 중심 및 외곽 영역에서 주요 소자에 대해 측정하였으며, 측정 결과 목표한 성능을 모두 만족하였다. 보정신호 결합량 또한 대역 내에서 최대 3 dB 이하의 크기 편차를 보였으

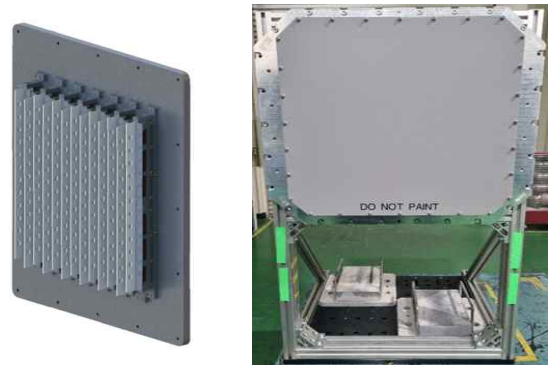
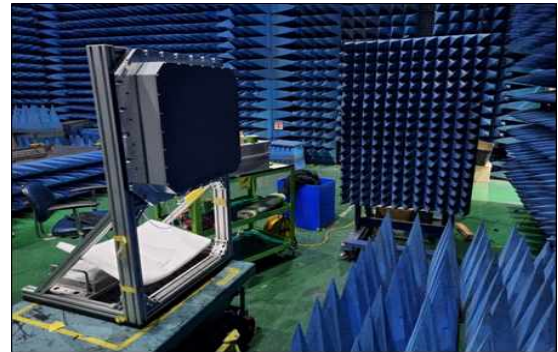


그림 3. 복사소자조립체 설계(좌) 및 제작(우) 형상
Fig. 3. Shape of designed and manufactured for array radiator assembly.

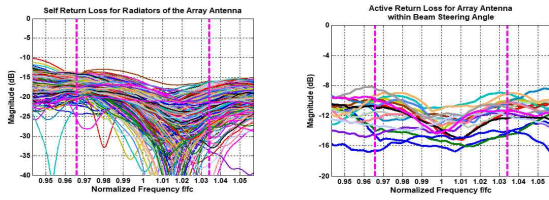


(a) 복사소자조립체 S-parameter 시험 구성
(a) Configuration of S-parameter measurement for array radiator assembly

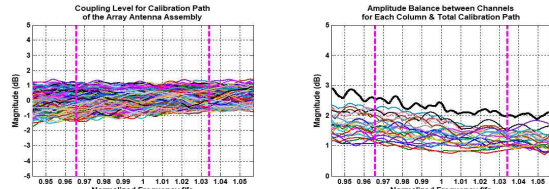


(b) 복사소자조립체 근접전계 시험 구성
(b) Configuration of near-field measurement for array radiator assembly

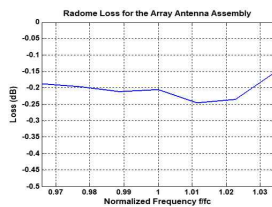
그림 4. 복사소자조립체 전기적 성능 검증 시험 구성
Fig. 4. Measurement configuration to verify the electrical performance for array radiator assembly.



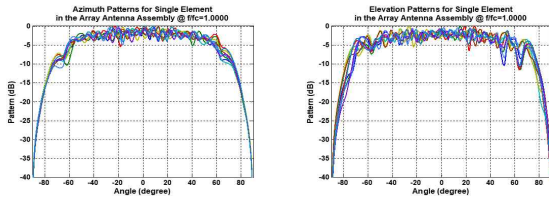
(a) 자기/능동반사계수 측정 결과
 (a) Measurement result of self/active reflection coefficient



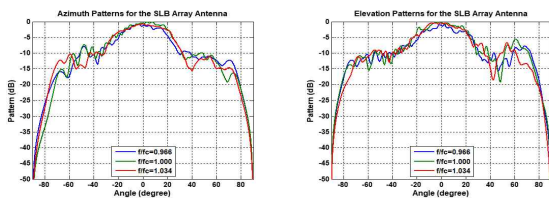
(b) 보정 선로 결합량 및 채널별 최대 편차 측정 결과
 (b) Measurement result of coupling level for calibration path and maximum amplitude balance



(c) 레이돔 손실 측정 결과
 (c) Measurement result of loss for radome



(d) 개별 복사소자 방위각/고각 빔 패턴 측정 결과
 (d) Measurement result of azimuth/elevation patterns for element radiators



(e) 부엽 차단 안테나 방위각/고각 빔 패턴 측정 결과
 (e) Measurement result of azimuth/elevation patterns for SLB (side-lobe blanking) antenna

그림 5. 복사소자조립체 전기적 성능 측정 결과
 Fig. 5. Measurement result of array radiator assembly.

며 배열 복사소자 보호를 위한 레이돔 손실은 탐색안테나장치 운용 대역폭에서 약 0.2 dB 수준, 최대 약 0.25 dB 이하로 측정되었다. 근접전계를 통한 개별 복사소자 빔 패턴 측정 결과 설계 의도대로 매우 넓은 빔 폭을 가졌고, 부엽 차단 빔 패턴 역시 최적화된 가중치 분포 적용을 통해 잘 형성됨을 확인하였다. 각각의 측정 결과는 그림 5에 나타내었다.

2-2 TR조립체 설계 및 제작

TR조립체의 기능블록도는 그림 6과 같다. TR조립체는 TR모듈과 RF결합보드, 전원보드 및 제어보드로 구성된다. TR조립체의 핵심 구성품인 TR모듈은 RF급전조립체를 통해 인가 받은 송신 RF신호를 안정적으로 고출력 증폭하기 위한 HPA(high power amplifier), 복사소자조립체로부터 인가받은 수신 RF 신호를 저잡음 증폭하기 위한 LNA(low noise amplifier)와 개별 채널별 위상과 이득을 가변 할 수 있는 빔포머가 적용되었다. 채널별 위상/이득 가변 오차에 의한 성능 저하를 최소화 하기 위해 채널 간 isolation 성능 최적화 설계를 진행하였다. RF결합보드는 TR모듈과 연결되어 RF신호 분기 및 결합하는 기능을 수행한다. 전원 보드는 TR조립체에 필요한 전원을 제공하는 기능을 수행하며 제어 보드는 TR모듈의 송/수신 제어, 빔 포머의 위상/이득 가변 제어 및 빔연산 기능을 수행한다. 각 보드는 적층 구조인 quasi-tile 구조로 설계하여 brick 구조와 tile 구조의 크기, 무게, 조립성 등의 단점을 보완하였다^[4].

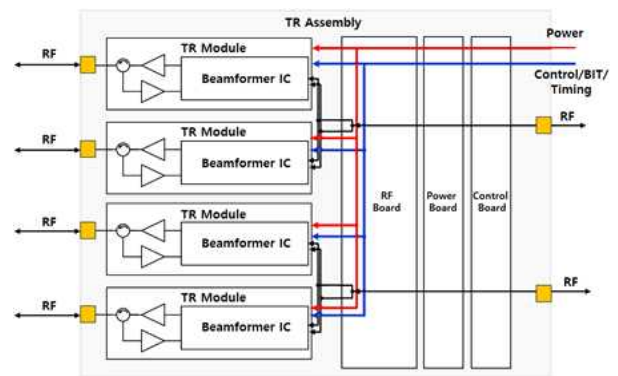


그림 6. TR조립체 기능블록도
 Fig. 6. Block diagram of TR assembly.

TR조립체는 4 채널의 TR모듈을 4개 적용하여 16채널 구조이며, 전면냉각판과 방열 경로를 형성하기 위해 2개의 TRM 사이에 방열 블록을 적용하였다. 방열 블록은 TRM 바닥면과 접촉하여 전면냉각판을 통해 열을 전도시킨다.

표 1 및 그림 7는 제작된 TR조립체 측정 결과이다. 송신 출력 00.00 dBm 이상이며, 수신 이득 34.53 dB 이상, 잡음 지수 3.1 dB 이하, 송/수신 위상 가변 오차 0.0°이하, 수신 이득 가변 오차 0.0 dB 이하로 측정되었다.

2.3 탐색안테나장치 방열 설계 및 제작

일반적으로 안테나장치의 냉각 방식은 공랭식과 수랭식으로 나뉜다. 공랭식은 구조가 비교적 단순하지만 효율이 좋지 않다. 수랭식은 구조가 복잡하고 냉각판으로 인해 안테나장치 무게가 증가하는 단점이 있지만 효율이 높다⁵⁾. 탐색안테나장치의 주 방열원인 TR조립체와 전원모듈의 방열량과 상시 임무 수행되는 점을 고려하여 수랭식을 적용하였다. 또한, 탐색안테나장치가 해상 환경에서 운용되는 것을 고려하여 건조공기를 통해 내부 구성품의 결로방지 및 제습을 통한 부식을 방지할 수 있도록 하였다. 방열 설계로 전면냉각판과 후면냉각판이 적용 되었으며

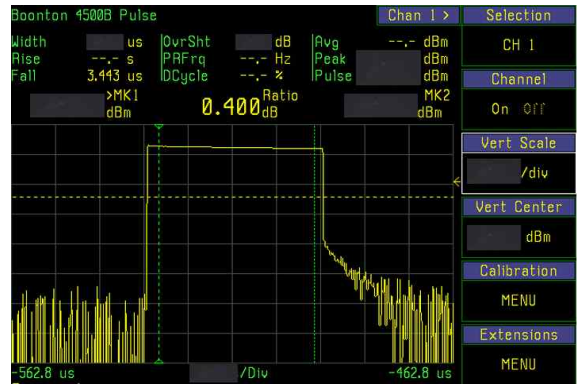
표 1. TR조립체 측정 결과

Table 1. Measurement of TR assembly.

Component	Design value	Meas. result
TX output power	>00.00 dBm	>00.00 dBm
Pulse droop	<0.5 dB	<0.4 dB
RX gain	>31.00 dB	>34.53 dB
Noise figure	<3.5 dB	<3.1 dB
TX phase variation	Possession	Possession
RX phase variation	Possession	Possession
RX mag. variation	Possession	Possession
Beam cal.	Possession	Possession
Power consume	<250 W	<000 W
Size (WxLxD) mm	00.0×00.0×00.0	00.0×00.0×00.0
Weight	<000 g	<000 g



(a) 잡음지수 측정 결과
(a) Measurement result of noise figure



(b) 송신 출력 레벨 측정 결과
(b) Measurement of Tx output power

그림 7. TR조립체 측정 결과

Fig. 7. Measurement result of TR assembly.

전면냉각판은 TR조립체의 방열을, 후면냉각판은 전원 모듈의 방열 경로를 형성한다. TR조립체 위치별 온도 편차가 발생하게 되면 채널 간 위상 편차가 발생하게 되는데 이는 탐색안테나장치의 빔조향 성능에 영향을 주게 된다. 따라서 TR조립체 위치별 온도 편차가 최소화될 수 있도록 냉각판의 효율적인 냉각수 분기를 통한 유로최적화, 압력 및 유속을 고려하여 설계를 진행하였다.

그림 8은 탐색안테나장치 방열 구조이다. TR조립체의 전원공급조립체의 전원모듈은 후면냉각판과 접촉되어 방열된다. 전원 모듈 중 방열량이 가장 높은 모듈은 냉각 성능이 가장 좋은 후면냉각판 측면에 위치시켜 방열 효율을 높였다.

그림 9는 TR조립체와 전원 모듈의 열 해석 시뮬레이션 결과이다. 열 해석 시뮬레이션은 ANSYS社의 FLUENT를

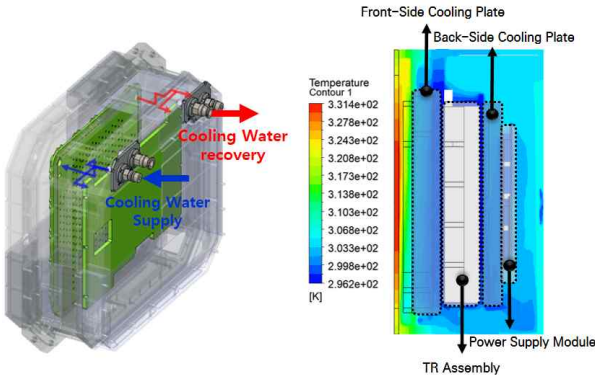
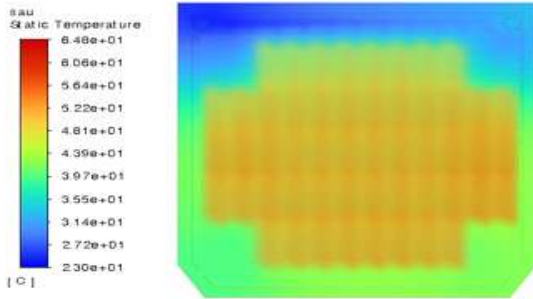
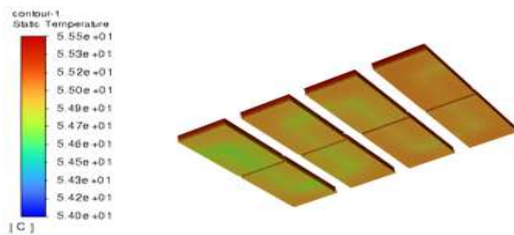


그림 8. 탐색안테나장치 방열 구조
 Fig. 8. Heat dissipation structure of vessel-mounted X-band antenna unit.



(a) TR조립체 열 해석 결과
 (a) Thermal analysis result of TR assembly



(b) 전원 모듈 열 해석 결과
 (b) Thermal analysis result of voltage supply module

그림 9. 열해석 시뮬레이션 결과
 Fig. 9. Thermal analysis simulation result.

활용하였다. 열 해석 시뮬레이션 결과 TR조립체 최대/최저온도는 63.8/54.7℃로 위치별 온도 차이가 10℃ 수준으로 확인되었다. 전원 모듈은 최대/최저온도 55.9/53.2℃이다. 표 2는 열 해석 시뮬레이션 결과와 탐색안테나장치 온도 시험 결과를 비교한 결과이다. 온도 시험 조건은 최대

표 2. 능동위상배열 구성품 열 해석 및 온도 측정 결과
 Table 2. Results of thermal analysis and temperature measurement of vessel-mounted X-band antenna unit.

Component	Sim. result (°C)		Meas. result (°C)	
	Max	Min	Max	Min
TR Assembly	63.8	54.7	59.7	54.5
DC supply module	55.9	53.2	42.8	42.1

발열 발생 기준 조건이며 TR조립체 최대/최저 온도는 59.7/54.5℃, 전원모듈은 42.8/42.2℃이다. 열 해석 시뮬레이션과 온도 시험 결과 차이는 열 해석 시뮬레이션 시 발열량을 설계값 보다 가중 시킨 조건으로 인해 차이가 발생한 것으로 판단된다. 온도 시험 결과 TR조립체 최대/최저 온도차 6℃ 미만, 전원모듈은 1℃ 미만으로 방열 성능 최적화를 확인하였다.

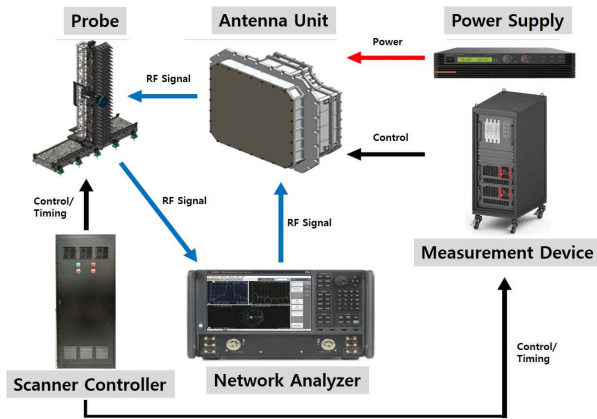
III. 탐색안테나장치 성능 시험 결과

탐색안테나장치 성능 검증 방법은 원전계 시험, 근접전계 시험, compact range 시험 등이 활용된다. 탐색안테나장치는 평면형 능동 위상 배열 안테나로 송/수신 시 평면상의 모든 빔조향각에 대한 성능 검증이 이루어져야 한다. 원전계 시험을 통해 모든 빔조향각에 대한 검증을 하기 위해서 주변 영향을 최소화하기 위해 무반향 챔버 내에서 원전계 시험을 수행해야 한다. 하지만 탐색안테나장치의 경우 원전계 시험을 하기 위해서는 챔버 길이가 수십 미터가 되어야 하는 제약이 있어 가장 효율적인 근접전계 시험을 통해 검증하였다. 근접전계 시험은 무반향 챔버 내에서 진행되어 주변 환경 영향을 최소화할 수 있고, 근접전계 시험 후 데이터를 통해 원전계 패턴으로 변환 및 분석이 가능하기 때문에 가장 효율적인 방법이다^[6].

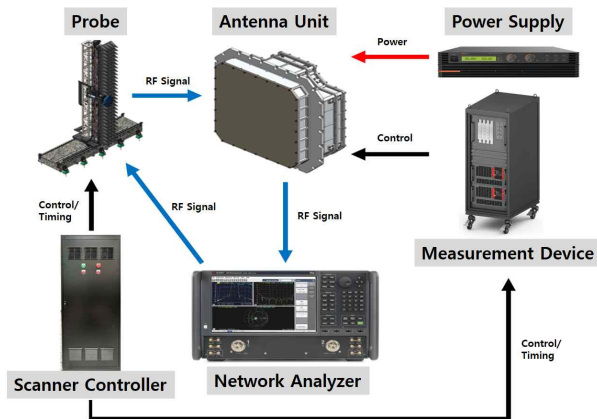
그림 10은 탐색안테나장치 근접전계 시험 사진이며 그림 11은 근접전계 시험 구성도이다. 탐색안테나장치 근접전계 시험 수행 전 무반향 챔버 내에 탐색안테나장치 설치 후 개구면과 근접전계 스캔면이 평행이 되도록 기계적 정렬을 수행한다. 송/수신 빔조향 성능을 분석하기 위해서는 송/수신 채널별 전기적 정렬이 진행되어야 하며 이를 위해 송/수신 채널별 이득 및 위상 데이터 측정 후



그림 10. 탐색안테나장치 근접전계 시험
Fig. 10. Surveillance antenna unit near-field test.



(a) 송신 근접전계 시험 구성도
(a) Tx near-field test block diagram

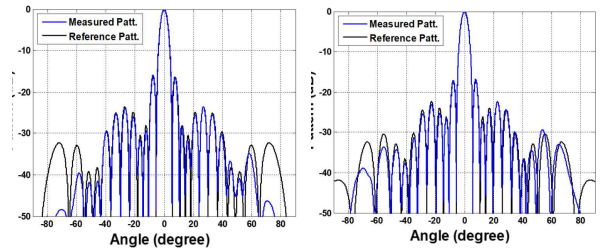


(b) 수신 근접전계 시험 구성도
(b) Rx near-field test block diagram

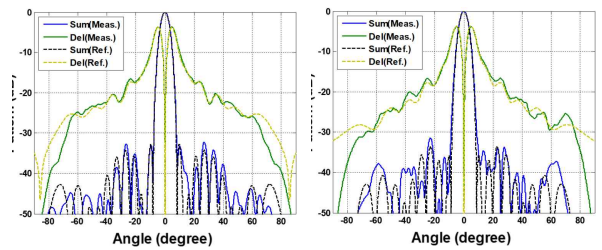
그림 11. 근접전계 시험 구성도
Fig. 11. Near-field test diagram.

보상값을 적용하여 전기적 정렬을 수행하였다. 근접전계 시험을 진행하기 위해 스캐너를 제어할 수 있는 근접전계 시험용 시험장비와 탐색안테나장치용 시험장비를 개발하여 시나리오 기반으로 시험을 진행하였다. 측정 시간을 최소화할 수 있도록 시나리오 개수 및 스캐너 이동 속도를 최적화하였으며 자동화 프로그램을 통해 전기적 정렬 소요 시간을 최소화하였다.

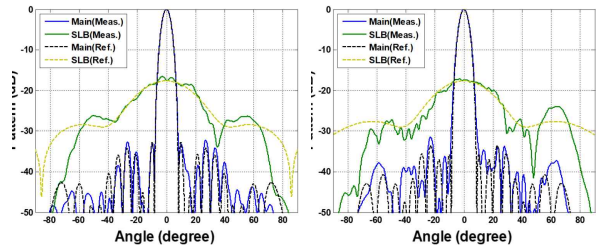
그림 12 및 그림 13은 중심주파수에서 측정된 송/수신 빔패턴 및 빔조향 측정 결과이며 표 3은 탐색안테나장치의 송/수신 빔폭, 빔조향 오차 및 부엽 레벨 등의 패턴 측정 결과를 이상적인 데이터와 비교한 결과이다. 탐색안테나장치



(a) 송신 uniform weight 빔패턴 측정 결과(방위각/고각)
(a) Tx uniform weight beam pattern (azimuth/elevation)

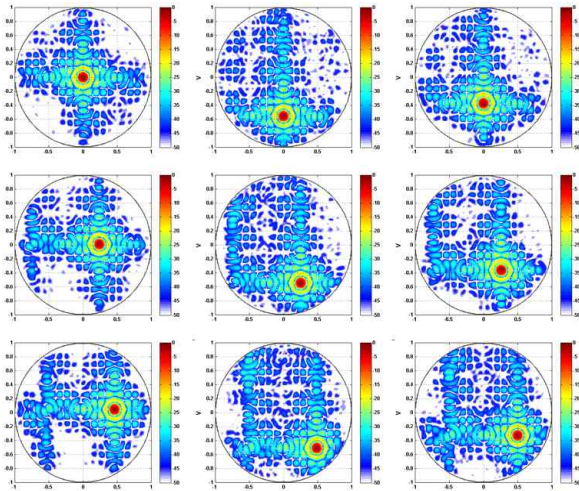


(b) 수신 taylor weight 빔패턴 측정 결과(방위각/고각)
(b) Rx taylor weight beam pattern (azimuth/elevation)

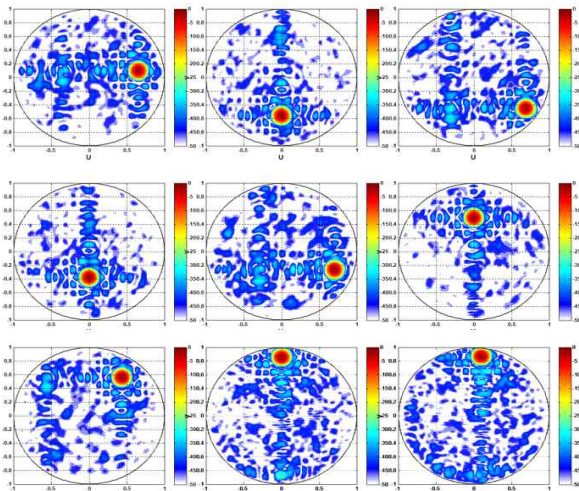


(c) 수신 SLB 빔패턴 측정 결과(방위각/고각)
(c) Rx SLB beam pattern (azimuth/elevation)

그림 12. 탐색안테나장치 송/수신 빔패턴
Fig. 12. T/Rx beam pattern of surveillance antenna unit.



(a) 송신 uniform 빔조향
(a) Tx uniform beam steering pattern



(b) 수신 taylor 빔조향
(b) Rx taylor beam steering pattern

그림 13. 탐색안테나장치 송/수신 빔조향
Fig. 13. T/Rx beam steering pattern of surveillance antenna unit.

송/수신 채널별 가중치로 송신은 균일 분포(uniform weight)를 적용하였고 수신은 테일러 분포(taylor weight)를 적용하였으며 수신 모노펄스 빔 패턴을 확인하기 위해 수신 합, 차(고각 및 방위각) 패턴 시험 및 수신 SLB 패턴 측정하여 탐색안테나장치의 SLB 기능을 검증하였다.

레이다 수신 빔 운용 시 재밍이나 클러터 같은 간섭신

표 3. 탐색안테나장치 송/수신 패턴 측정 오차
Table 3. Measurement error of Tx/Rx beam pattern.

Component	TX uniform	RX taylor	Note
Az. Beam Width Error (°)	0.11	0.14	@Fc, Beam steering angle: -00° ~ +00°
El. Beam Width Error (°)	0.16	0.22	
Az. SLL Error (°)	0.79	1.11	
El. SLL Error (°)	1.18	2.22	
Az. Beam pointing error (°)	-0.06	0.00	
El. Beam pointing error (°)	-0.09	0.03	

호가 수신된 표적 신호보다 크게 들어오게 되면 실제 표적 위치를 식별할 수 없게 된다. 또한, 이러한 간섭 신호가 수신 부엽에 들어오게 되었을 때 SLB가 부엽 레벨을 다 덮지 못하면 레이더는 해당 위치에 표적이 있는 것으로 식별하게 된다. 이와 같이 SLB는 레이더 수신 빔 운용시 원치 않는 간섭 신호를 차단하여 다기능 레이더의 표적 탐지 성능 저하를 미연에 방지해주는 기능을 한다⁷⁾.

탐색안테나장치의 EIRP, G/T, 송/수신 빔폭 및 부엽, 빔조향 기능 및 빔 조향 오차 등의 성능 또한 근접전계를 활용하여 검증하였으며 이상적인 데이터와 비교하였을 때 유사한 결과를 확인하여 근접전계 시험 결과에 대한 신뢰도를 확인하였다. 탐색안테나장치의 송신 패턴 측정 결과 빔폭 오차는 방위각 0.11°/고각 0.16°, 사이드 로브 크기 오차는 방위각 0.79 dB/고각 1.18 dB이다. EIRP는 000.00 dBm 이상으로 설계치 대비 2.9 dB 차이를 확인하였다. 수신 패턴 측정 결과 빔폭 방위각 오차는 0.14°/고각 0.22°, 사이드 로브 크기 방위각 오차는 1.11 dB/고각 2.22 dB이다. 빔폭 및 오차는 채널별 이득/위상 가변 오차에 가장 큰 영향을 받는다. 이상적인 패턴에 이득/위상 가변 오차를 적용하였을 때 유사한 오차가 발생하는 것을 확인하였다. 수신 SLB 빔 패턴 측정 결과 방위각/고각에서 main 수신 빔 패턴의 부엽을 모두 덮는 것을 확인하였다. 수신 패턴 및 노이즈 측정 결과를 기반으로 산출

한 G/T는 0.00 dB/k 이상으로 설계치 대비 0.12 dB 차이를 확인하였다. 송/수신 빔조향 측정 결과 최대 빔조향 방향각 00.00°/고각 00.00° 이상이며, 빔조향 범위 내에서 beam pointing error 0.09° 미만으로 항목별 모든 측정 결과가 요구규격을 만족함을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 합성 탑재용 X-대역 안테나장치를 설계 및 제작하였다. 해상 운용 환경을 고려하여 방열 효율이 좋은 수랭식 방열 구조를 적용하였다. TR조립체는 4채널의 TRM 4개를 적용하여 16채널 구조이다. TR조립체 방열을 위해 방열 블록을 적용하여 열적 안정성을 확보하였다. 복사소자조립체는 광각 빔조향 특성을 고려하여 삼각 배열 구조 및 다이폴 안테나로 설계를 진행하였다. 탐색안테나장치의 유효 등방성 복사전력은 00.00 dBmi 이상, 수신 이득 대 잡음비 0.00 dB/k 이상, 송신 빔폭 0.00°, 수신 빔폭 0.00°, 최대 빔조향 00.00° 이상, 빔조향 오차 0.00° 미만 등 주요 요구항목을 근접전계 시험을 통하여 확인하였으며 이상적인 측정 결과를 비교한 결과 매우 유사함을 확인하였다. 탐색안테나장치는 주요 구성품을 조립체 단위로 후면에서 쉽게 교체가 가능하며 TR조립체 및 전원공급모듈 등 주요 발열원에 대한 열적 안정성을 확보하여 다양한 환경에서 운용이 가능 할 것으로 판단된다.

References

[1] M. E. Russell, "Future of RF technology and radars," in *2007 IEEE Radar Conference*, Waltham, MA, Apr. 2007, pp. 11-16.

[2] D. N. McQuiddy, R. L. Gassner, P. Hull, J. S. Mason, and J. M. Bedinger, "Transmit/receive module technology for x-band active array radar," *Proceedings of the IEEE*, vol. 79, no. 3, pp. 308-341, Mar. 1991.

[3] H. J. Jung, J. W. Park, H. S. Jin, J. H. Lim, S. J. Park, and M. W. Kang, et al., "Design and fabrication of C-band GaN based on solid state high power amplifier unit for a radar system," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 28, no. 9, pp. 685-697, Sep. 2017.

[4] I. S. Hwang, Y. R. Lee, and S. H. Jang, "Design and implementation of high-efficiency x-band transmit/receive block for scalable active electronically scanned array antenna," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 31, no. 7, pp. 588-598, Jul. 2020.

[5] I. S. Hwang, Y. R. Lee, J. P. Kim, S. H. Jang, and S. H. Jang, "Design and implementation of an x-band low-profile active electronically scanned array for airborne radar," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 32, no. 2, pp. 127-143, Feb. 2021.

[6] Y. W. Kim, H. D. Chae, J. K. Park, H. G. Na, and M. H. Jeon, "Measurement technique for the active phased array antenna," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 25, no. 2, pp. 50-59, Mar. 2014.

[7] L. Maisel, "Performance of sidelobe blanking systems," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. AES-4, no 2, pp. 174-180, Mar. 1968.

김민기 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0001-6334-6867>



2022년 2월: 광운대학교 전자공학과 (공학석사)

2022년 1월~현재: LIG넥스원 선임연구원
[주 관심분야] 초고주파 집적회로, RF시스템, 능동 위상 배열 안테나 시스템

정형진 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0009-0006-7149-4775>



2010년 2월: 명지대학교 정보공학과 (공학사)

2013년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)

2013년 1월~현재: LIG넥스원 수석연구원
[주 관심분야] 능동 위상 배열 안테나 시스템 RF H/W, RF IC 등

주 정 명 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-8210-1758>



이다 시스템

2011년 2월: 홍익대학교 전자전기공학부 (공학사)
2013년 2월: 홍익대학교 전자정보통신공학과 (공학석사)
2013년 1월~현재: LIG넥스원 수석연구원 [주 관심분야] 수동 및 능동 위상 배열 안테나, 디지털 레이다 시스템, 다기능 레

한 재 섭 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-4410-6240>



[주 관심분야] 능동 위상 배열 안테나 시스템, 다기능 레이다, RF HW 등

2005년 2월: 숭실대학교 정보통신공학과 (공학사)
2020년 8월: 연세대학교 통신방송공학과 (공학석사)
2004년 12월~2007년 4월: LG Philips LCD 엔지니어
2007년 10월~현재: LIG넥스원 수석연구원

권 시 원 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0009-0006-4926-3452>



2022년 2월: 한양대학교 ERICA 전자공학과 (공학사)
2022년 1월~현재: LIG넥스원 선임연구원 [주 관심분야] 수동 및 능동 위상 배열 안테나, 레이다 시스템

이 중 훈 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0009-0001-5505-6920>



[주 관심분야] CFD, 방열설계 등

2008년 2월: 건국대학교 기계공학과 (공학사)
2010년 2월: 건국대학교 기계공학과 (공학석사)
2012년 1월~현재: LIG넥스원 수석연구원

지 우 진 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0009-0008-8810-9241>



2024년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학사)
2024년 1월~현재: LIG넥스원 선임연구원 [주 관심분야] RF, RF Power Amplifier, EMC 등

신 동 준 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0009-0000-5259-8006>



[주 관심분야] Structural Vibration, CFD related to Radar & Defense

2007년 2월: 한국항공대학교 기계공학과 (공학사)
2009년 2월: 서울대학교 기계공학과 (공학석사)
2009년 2월~현재: LIG넥스원 수석연구원