

<h2 style="margin: 0;">능동 위상 배열 안테나 측정 기술</h2>	김영완 · 채희덕 · 박종국 · 나형기 · 전민현
	LIG 넥스원

### I. 서 론

국내 레이더 기술의 발전과 더불어 레이더용 안테나는 기존 수동형에서 능동형 위상배열로 급속하게 교체되고 있다. 능동 위상 배열 안테나는 일반적인 수동형 안테나와 달리 분산형 송수신기를 사용함으로써 안정성과 성능을 크게 향상시킬 수 있다.

이에 따라 능동 위상 배열 안테나는 복사 소자와 송수신기를 분리하여 별도로 측정할 수 없기 때문에, 일반적인 수동형 안테나의 특성인 안테나 이득 대신 유효 등방성 복사 전력(EIRP: Effective Isotropic Radiated Power)나 G/N(ratio between antenna gain and system noise)을 통해 능동 위상 배열 안테나의 성능을 규정짓는다.

일반적으로 안테나의 특성은, 크게 원거리 영역에서 각도에 따른 전력을 측정하는 원거리 측정과 안테나 근접 전계 영역의 전기장의 크기와 위상을 측정 후 푸리에 변환(Fourier Transformation) 기법을 이용하여 원거리 복사 패턴을 구하는 근접 전계 시험이 있다<sup>[1]</sup>.

레이더에 사용되는 대부분의 능동 위상 배열 안테나는 측정하고자 하는 안테나의 크기 제약 및 시험의 특성상 대부분 근접 전계 시험을 통해 안테나의 특성을 검증한다.

일반적인 수동 안테나의 근접 전계 시험과 달리 위에서 언급한 바와 같이 능동 위상 배열 안테나의 측정은 복사 소자와 송수신기를 결합하여 측정해야하므로, 성능 검증을 위한 별도의 시설과 펄스 형태의

근접 전계 시험을 하기 위한 시험 장비가 필요하다.

당사에서는 수년전부터 능동 위상 배열 레이더의 개발이 많아지면서, 근접 전계 시험 시설을 이용한 능동 위상 배열 안테나 측정에 대한 연구가 활성화되고 많은 안테나를 측정하고 있다.

본 보고서에서는 능동 위상 배열 안테나의 성능 검증을 위한 근접 전계 시험의 개략적인 설명과 더불어 개발 중이거나, 개발을 완료한 레이더의 측정 사례를 통해 능동 위상 배열 안테나의 일반적인 송수신 빔 특성 시험 방법, 절차 및 결과에 대해서 소개하고자 한다.

### II. 본 론

#### 2-1 근접 전계 시험 개요

근접 전계 시험장은 피측정 안테나 개구면의 인접한 근접 전계 영역에 분포되어 있는 전자계의 크기와 위상으로부터 안테나의 원거리 복사 특성을 계산하는 측정 시설로써 위상 배열 안테나의 특성을 측정하기 위한 필수적인 시험장이다.

근접 전계 측정은 안테나 전방향의 패턴 특성을 얻을 수 있고, 근접 전계 데이터 분석을 통해 능동 위상 배열을 구성하는 전자 구성품의 연동 성능과 고장 여부 등의 판단을 할 수 있으므로 커다란 장점을 가지고 있다. 또한 일반적인 레이더에 사용되는 대형 안테나와 같이 원거리로는 측정하기 어려운 여러 측정항목의 복사 특성을 정확하게 측정하기에는

근접 전계 측정 시설이 가장 적합하다.

근접 전계는 [그림 1]처럼 측정면의 형태에 따라서 평면, 원통형 그리고 구면 측정 시설 등 크게 3가지로 구분할 수 있다. 평면형 장치는 주로 고이득 펜슬 빔(Pencil-Beam)을 갖는 안테나의 측정에 사용되며, 원통형은 팬 빔(Fan-Beam)을 갖는 안테나에, 그리고 구형은 넓은 범위 또는 전방향 빔 분포를 갖는 안테나의 측정에 사용된다<sup>2)</sup>.

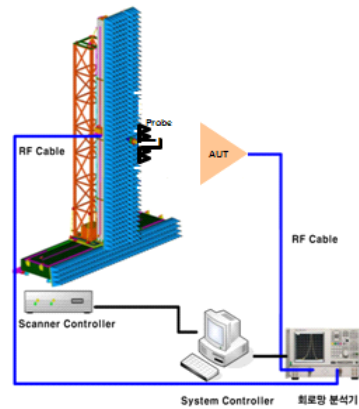
## 2.2 수동 복사소자 근접 전계 시험 및 분석

능동 위상 배열 안테나 성능 검증을 위한 근접 전계 시험은 수동 복사 소자 패턴 시험과 능동 위상 배열 측정 시험으로 구분하여 진행한다. 능동 위상 배열 측정 시험 선행 시험으로의 수동 복사 소자 패턴 시험은 위상배열 안테나의 배열 소자 단독 시험 후, 송수신 빔 합성으로 능동 위상 배열 측정시험 결과를 모사하여 안테나 단독의 특성을 검증하기 위한 시험이다. 시험 구성도는 [그림 2]와 같으며, 측정된 수동 복사 소자 패턴 시험 결과를 이용하여 특정 채널의 고장 상황을 모사하여 성능 열화(Graceful-Degradation) 정도를 예측하여 볼 수도 있다.

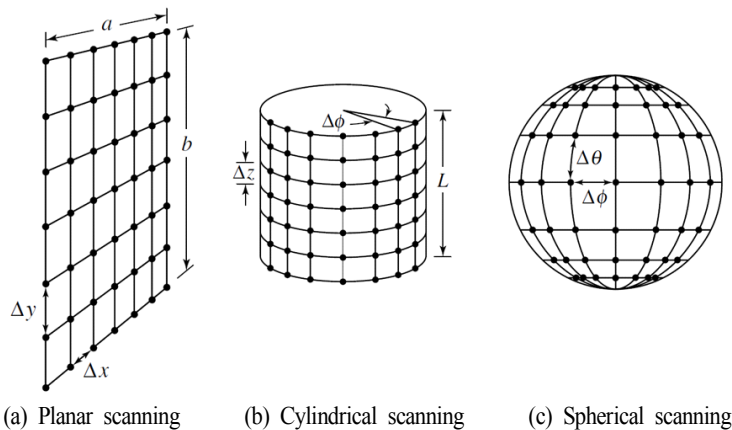
[그림 3, 4]는 현재 개발 중인 대형 능동 위상 선

배열 레이더의 안테나 배열 소자 측정 결과를 합성하여, 레이더의 송수신 빔 특성을 예측한 결과이다.

배열 소자는 방위각 방향으로 40개의 복사 소자가 급전기를 통해 저부엽의 방위각 빔 패턴을 형성하며, 고각 방위각으로는 이러한 방위각 배열 소자를 42개 적층하여 송수신 펜슬 빔을 형성한다. 수동 복사소자 패턴 시험을 통해서만 단독 배열 소자의 방위각 빔 특성을 확인할 수 있으며, 고각 송수신 빔은 측정된 배열소자의 근접 전계 결과를 선형 중첩 합성함으로써 확인할 수 있다.



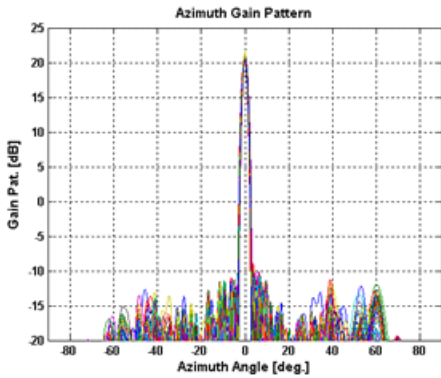
[그림 2] 근접 전계 시험 구성도(Passive)



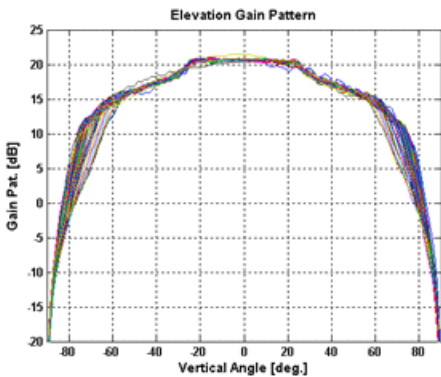
[그림 1] 측정면에 따른 근접 전계 시험 종류

[그림 3, 4]는 측정된 각 배열소자의 방위각, 고각 빔 패턴과 이를 통해 합성한 송수신 빔 패턴을 나타낸다.

한편, 능동 위상 배열 레이다는 송신 빔 운용 시에 빔 조향을 하거나, 송신 빔의 형태를 가변하기 위해 위상 변위기를 통해 위상을 조정하게 되는데, 이때 각 TRM에 복사 소자로부터 반사되어 돌아오는 유효 신호의 크기가 모듈별로 다르게 되며, 일부 모듈에서는 상대적으로 큰 신호가 반사되게 된다. 이러한 능동 위상 배열 안테나에서의 반사 신호를 수치화하기 위해, 기존의 수동 위상 배열의 반사 계수와 다른 개념의 능동 반사 계수의 정의가 필요하다<sup>[3],[4]</sup>.

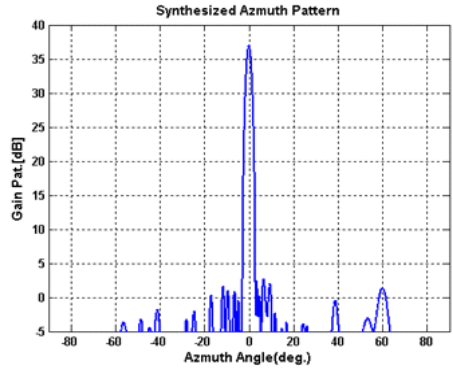


(a) 방위각 측정결과

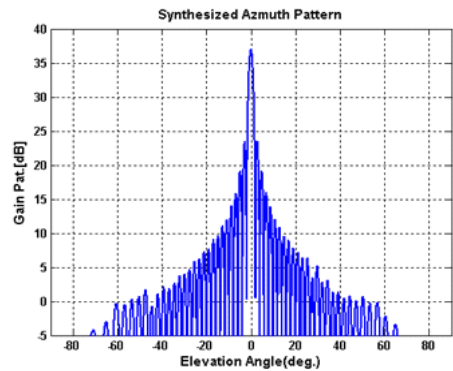


(b) 고각 측정결과

[그림 3] 배열소자 측정 결과



(a) 방위각 합성 결과



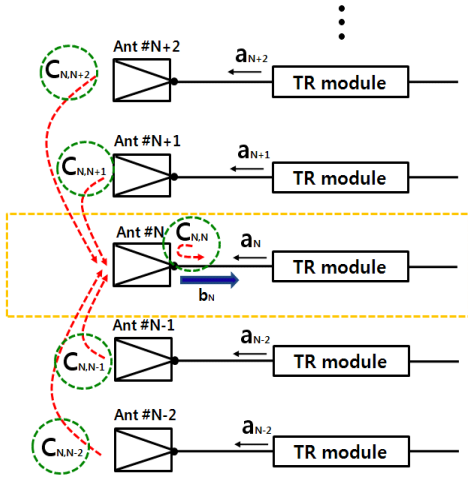
(b) 고각 합성 결과

[그림 4] 합성 빔 결과

[그림 5]에서 보는 것처럼  $N$ 번째 반도체 송수신기의 출력  $a_N$ 이  $N$ 번째 안테나를 통해 자기 반사되는 성분을  $S_{N,N}$ 이라고 하고, 임의의  $M$ 번째 안테나로부터 상호 결합되는 성분을  $S_{N,M}$ 이라고 한다면,  $N$ 번째 포트에 넘어오는 총 반사 성분  $b_N$ 은 다음과 같이 식 (1)로 표현될 수 있다.

$$b_N = \dots + S_{N,N-1}a_{N-1} + S_{N,N}a_N + S_{N,N+1}a_{N+1} + \dots \quad (1)$$

최종적으로  $N$ 번째 포트에서의 능동 반사 계수는 다음의 식으로 정의될 수 있다.



$C_{NN}$  : Self-Reflection Coefficient  
 $C_{NN-1} (N+2, N-1, N-2 \dots)$  : Mutual-Coupling Coefficient

[그림 5] 능동반사계수 개념

$$\Gamma_N^{active} = \frac{b_N}{a_N} = \sum_M C_{N,M} \quad (2)$$

$$C_{N,M} = S_{N,M} \cdot \frac{a_M}{a_N} \quad (3)$$

동일한 반도체 송수신기의 출력을 가정하면, 능동 반사계수는 식 (4)에서와 같이 빔 모드별 위상 분포 ( $W_{mode}$ ), 주파수( $f$ ) 및 빔 조향각( $\theta$ )의 함수가 된다. 식 (4)에서의  $D$ 는 배열소자간의 간격을 의미한다.

$$\Gamma_N^{active} = W_{mode} \sum_M C_{N,M} \exp \left[ j \frac{2\pi f}{c} D(M-N) \sin(\theta) \right] \quad (4)$$

( $W_{mode}$ : 빔 모드 별 채널 위상 분포)

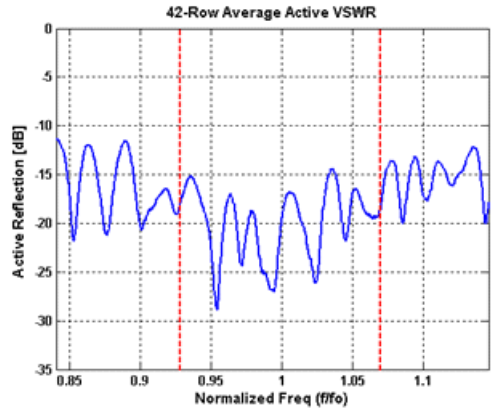
식 (4)에서 보듯이 능동반사계수는 시스템 운용 중에 계속적으로 변하게 된다. 실제 레이더 운용 중에 능동 반사 계수는 모든 복사 소자 출력 포트에서

$S_{N,M}$  값을 측정된 뒤, 수학적 계산을 통해 빔 모드, 주파수, 조향각 조향에 따른 능동반사계수를 예측할 수 있다. [그림 6]에서는 측정을 통해 예측한 능동반사계수 결과의 예를 나타내었다.

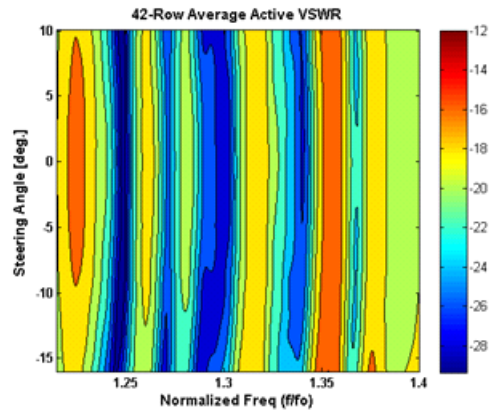
### 2-3 능동 위상 배열 근접 전계 시험

#### 2-3-1 송신 빔 특성 시험

예로 든 능동 위상 배열은 펜슬 빔 사용하므로 평면형 근접 전계 시험을 수행하였다. 이에 따라 근접 전계 스캔 면(프로브가 움직이면서 만드는 평면)과 안



(a) 안테나 중심각에서의 평균치

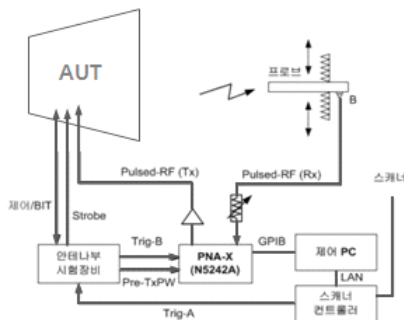


(b) 주파수/조향각 별 평균치

[그림 6] 능동반사계수 결과

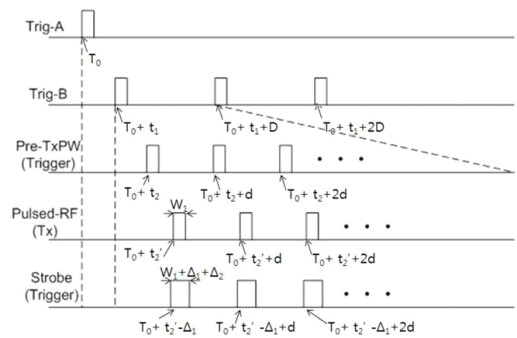
테나의 개구면이 평행이 되도록 기계적인 정렬을 한 후, [그림 7]과 같이 안테나부 시험 장비를 이용하여 처리부에서 발생하는 제어 신호를 모사하여 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 근접 전계 시험에 필요한 연동 신호를 발생하도록 하여 근접 전계 시험 시설과 연동 시험이 가능하도록 구성하였다. 근접 전계 시험 시설을 이용한 송신 빔 측정을 위해 능동 위상 배열 안테나의 파형 발생기 대신 PNA-X를 이용하여 펄스 형태의 파장을 발생시켜 반동체 송수신 조립체를 구동시키고, 안테나로부터 송신된 신호에 의해 프로브에 수신된 신호가 PNA-X에 손상을 주지 않는 범위 내에 들어오도록 프로브와 PNA-X 사이에 고출력 감쇄기를 추가하여 조절하였다. 한편, 근접 전계 제어 PC는 GPIB를 이용하여 PNA-X를 제어하고, PNA-X에서 측정된 데이터를 저장하며, 스캐너 컨트롤러와 LAN으로 연결하여 스캐너의 구동 제어를 담당하도록 한다.

펄스 형태의 고출력 송신 패턴을 측정하기 위해서는 측정하고자 하는 능동 위상 배열 안테나와 근접 전계 시험 시설과의 타이밍 연동이 매우 중요하다. 그래서 스캔 면에서 샘플링된 특정 위치에 프로브가 도달하면, Trig-A라는 기준 신호를 스캐너 컨트롤러에서 생성시켜 이 신호를 기준으로 모든 장비가 동기화되도록 구성하였다. Trig-A를 기준으로 생성되는 나머지 트리거 및 RF 신호는 [그림 8]과 같다. 안



[그림 7] Active 근접 전계 시험 구성도(송신)

테나부 시험 장비는 Trig-A에 맞추어 ( $t_1 + mD$ )초 뒤에 Trig-B를 생성하여 PNA-X에 전달한다. Trig-B는 하나의 샘플 데이터를 측정하라는 명령으로 안테나부 시험 장비에서 PNA-X로 전달된다. 또한, Trig-B에 맞추어 안테나부 시험 장비는 반도체 송수신기 내의 변위기와 여러 스위치들이 정해진 시나리오대로 측정 가능한 상태가 되도록 Trig-B 발생 이후 일정 시간이 지나면 제어 신호를 능동 위상 배열 안테나에 전달한다. 안테나부 시험 장비는 PNA-X에 Pre-TxPW라는 트리거를 전달하는데, 이 신호는 PNA-X가 펄스 형태의 송신 신호를 발생시키기 위한 기준 신호가 된다. 펄스 모드를 지원하는 PNA-X는 외부 트리거 신호에 해당하는 Pre-TxPW가 들어오면 사전에 세팅된 펄스 모드 정보에 따라 펄스 형태의 RF 신호 즉, TxPW를 발생한다. 외부 트리거에 해당하는 Pre-TxPW가 PNA-X에 들어오면, PNA-X는 ( $t_2' - t_2$ ) 뒤에 W1만큼의 펄스폭을 가지는 펄스 형태의 RF 신호를 PNA-X의 송신 포트에 발생시킨다. 한편, Strobe 신호가 안테나부 시험 장비에서 능동 위상 배열 안테나에 전달되면 반도체 송수신기는 스트로브 신호에 맞추어 정해진 펄스폭 동안 송신구 간을 개방한다. 이 구간에 맞추어 펄스 형태의 RF 신호가 전달되어 고출력으로 증폭될 수 있도록 Strobe 신호의 펄스폭은 [그림 8]에서와 같이 TxPW의 펄스에 비해 앞뒤에 각



[그림 8] 능동 위상 배열 안테나 근접 전계 시험 타이밍

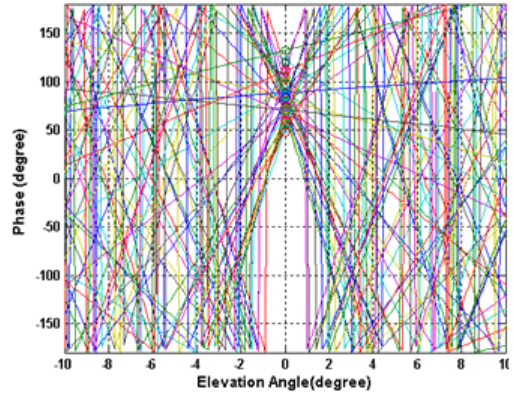
각  $\Delta_1$ 과  $\Delta_2$ 만큼의 여유를 가지도록 하였다.

펄스 모드로 PNA-X가 동작할 경우에는 PNA-X가 IF bandwidth(IFBW)를 만족하는 샘플 데이터가 취득할 수 있도록 충분한 펄스 개수의 TxPW가 만들어져야 한다. 반도체 송수신 조립체의 안정성을 고려하여 duty 5%의 PRI(Pulse Repetition Interval)와 펄스폭으로 측정하였다. 반도체 송수신 조립체의 duty를 고려하지 않고 PRI를 줄이거나 펄스폭을 늘리게 되면, 반도체 송수신 조립체의 동작 온도의 상승을 야기하여 근접 전계 시험이 수행되는 동안 반도체 송수신 조립체의 RF 특성이 변하는 문제가 발생할 수 있기 때문이다.

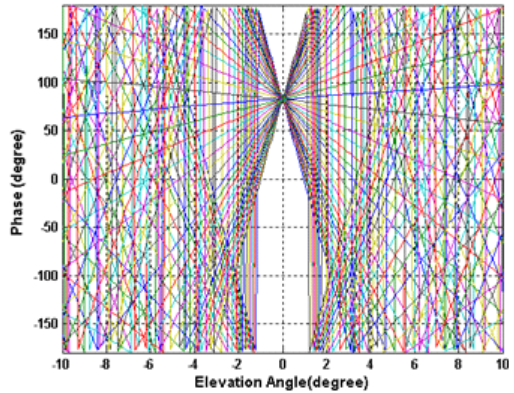
송신 빔 패턴은 모든 송신 채널에서 빔을 방사하면 공간상에서 합성된다. 각 송신 채널이 동일한 빔 패턴을 가지고 있을 경우에는 배열 이론을 이용하여 송신 빔 패턴을 계산할 수 있다. 하지만 한정된 배열 구조와 안테나 구조물의 형상 및 가장자리 효과(edge effect), 그리고 배열 소자 상호간의 간섭 효과로 인하여 각 송신 채널이 동일한 패턴을 가지지 않는다. 또한 송신 채널을 형성하기 위해 사용된 능동 소자 및 수동 소자들이 모두 동일한 특성을 가지고 있지 않기 때문에 채널마다 송신 특성의 차이가 발생하고, 이를 최소화하기 위해 송신 위상 정렬 시험을 수행한다. 위상 보정 방법으로는 근접 전계를 통해 측정된 배열 소자 패턴의 위상 비교 방법을 사용하였다. 송신 위상 정렬 전후의 각 채널의 위상 값은 [그림 9]와 같다.

송신 각 채널의 위상 정렬 값을 적용하고, 근접 전계 실험사 연동 시험을 통해 측정된 빔 패턴은 [그림 10]과 같다.

송신 EIRP 시험은 안테나 이득과 송신 출력을 함께 고려한 값으로, 근접 전계 시험으로 EIRP를 검증하기 위해서는 근접 전계 시험에서 프로브 출력단의 전력값을 알아야 한다<sup>[5][6]</sup>. 실제 시험에서는 프로브 출력과 PNA-X 수신단에 전송 선로를 추가하여 측정



(a) 위상 정렬 전



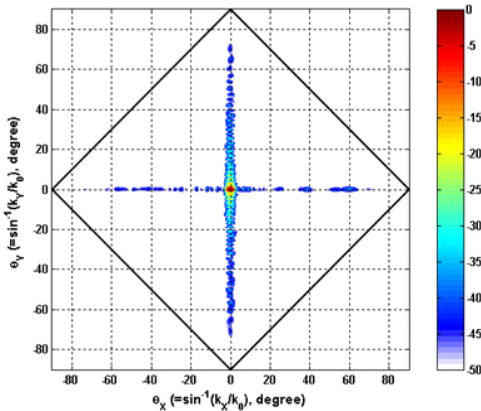
(b) 위상 정렬 후

[그림 9] 42개 송신 채널 빔 패턴 위상

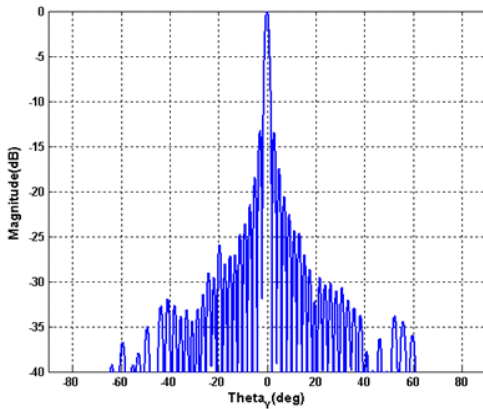
한 후 디임 베딩(de-embedding)하는 방법을 사용하였다. 측정된 값은 수동 복사소자 패턴 시험을 통해 측정된 이득 값과 송수신 조립체 송신 출력을 곱한 값과 비교하여 유사한 결과를 확인하였다. 배열소자와 반도체 송수신 조립체를 연결할 경우에 각각의 송신 채널의 특성이 약간씩 달라질 수도 있으나, 반도체 송수신 조립체의 경우에는 일정한 출력을 유지하도록 하는 ALC(Auto Level Control) 기능이 추가되어 있기 때문에 안정적인 송신 출력을 유지할 수 있었다.

### 2-3-2 수신 빔 특성 시험

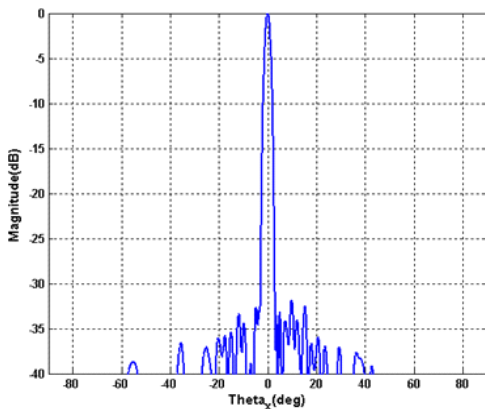
당사에서 현재 개발 중인 대부분의 능동 위상 선



(a) 2차원 원전계 송신 빔 패턴



(b) 고각 원전계 송신 빔 패턴



(c) 방위각 원전계 송신 빔 패턴

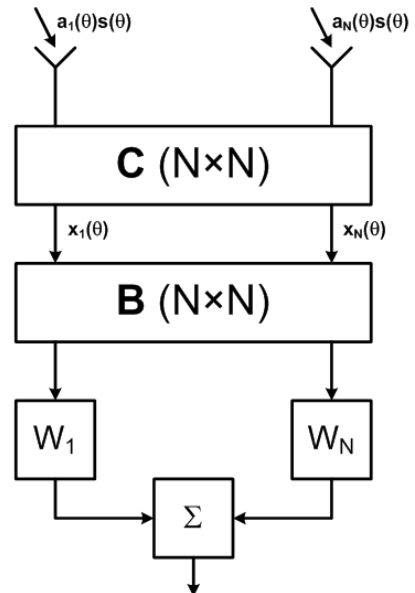
[그림 10] 송신 빔 측정 결과

배열 안테나는 수신시에 디지털 빔 형성 기법을 사용하여 다중 빔을 형성한다. 수신 시험은 각 채널의 능동 소자와 AD 변환기 특성을 포함한 배열 소자 패턴을 측정된 후 위상 보정 및 배열 이론으로 빔을 합성하여 수신 빔을 검증한다.

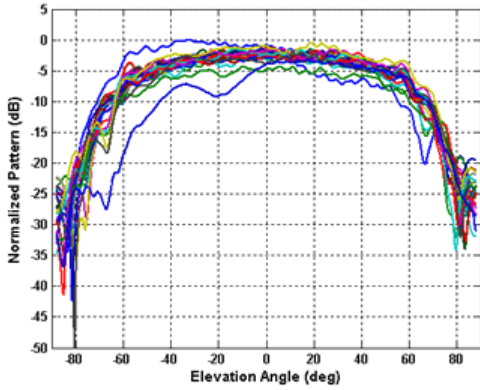
수신의 경우도 송신과 마찬가지로 배열 간의 오차 및 상호 결합 효과에 의해 각 배열소자 패턴이 왜곡되므로, 배열 소자의 원 신호를 최대한 복원한 상태에서 빔을 합성하여 검증하였다<sup>7)</sup>.

[그림 11]에서처럼  $N$ 개의 배열 소자에 입사하는 평면파는 상호 결합 특성을 나타내는 행렬  $C$ 에 의해  $x_n$ 으로 왜곡되지만, 상호 결합을 보정하는 보정 행렬  $B$ 에 의해 원래의 이상적인 평면파에 가깝게 복원된다. 초저부엽의 수신 빔을 형성하기 위해서는 이러한 배열소자 상호 결합에 의한 왜곡 보정이 필수적이다.

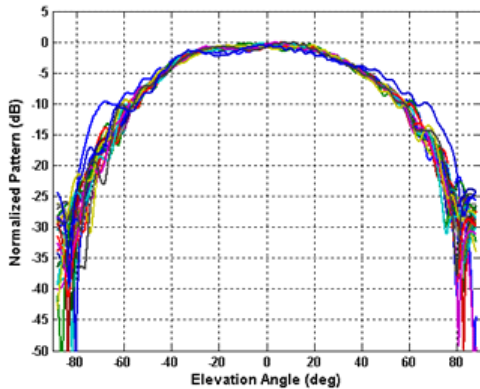
보정 매트릭스 적용 전후의 패턴은 [그림 12]와 같다. 각 채널은 보정 매트릭스에 의해 최대한 원신



[그림 11] 수신 보정 개념



(a) 채널 보정 전 배열소자 빔 패턴



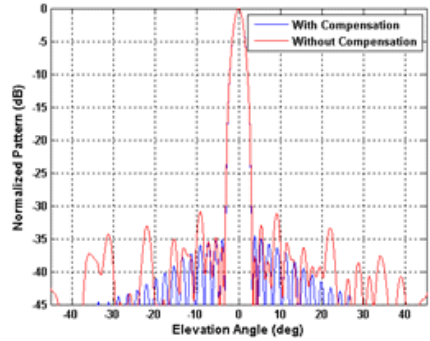
(b) 채널 보정 후 배열소자 빔 패턴

[그림 12] 수신 배열소자 측정 결과

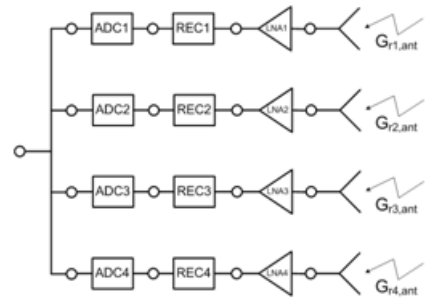
호로 복원이 되었음을 확인하였고, 실제 빔 패턴 합성 결과에서 이러한 영향을 확인하였다.

수신 채널에 입사되는 신호와 잡음을 정의하는 개념으로는  $G/N$ 을 사용하였다. [그림 14]는 능동 위상 배열 안테나의 수신 경로 구성도를 보여주는 그림이다. 능동 위상 배열 안테나는 수신 안테나만의 안테나 이득인  $G_{r,ant}$ 을 직접 측정할 수 없기 때문에, 안테나와 수신기 이득이 포함된 신호인  $G_{r,antrec}$ 과 잡음 지수 로깅을 한 후 두 값의 비율로  $G/N$  값을 검증한다.

수식적으로는 [그림 14]의 각 채널의 신호와 잡음 지수를 정량화한 식 (5)를 정의할 수 있고



[그림 13] 보정 적용에 따른 수신 빔 패턴 측정 결과



[그림 14] 능동 위상 배열 레이다 수신 경로 구성도

$$\frac{Signal}{Noise} = \frac{G_{r,ant} G_{r,rec}}{G_{rec} (kT_A B + kT_e B)} \quad (5)$$

$T_A$ : antenna temperature

$T_e$ : effective noise temperature

k: Boltzmann's constant

B: noise bandwidth

$$T_e = (F_n - 1) T_0 \quad (6)$$

$F_n$ : noise figure

식 (5)번에서  $T_A$ 를  $T_0$ (standard temperature)로 가정하고 식 (6)을 적용하면 식 (5)는 식 (7)로 정의된다. 이는 각 채널의 수신기 및 안테나 이득이 고려된 신호와 수신기에서 발생한 출력 잡음 지수비로 나타내어진다.



$$\begin{aligned} \frac{Signal}{Noise} &= \frac{G_{r,ant} G_{r,rec}}{kT_0 F_n B G_{r,rec}} = \frac{G_{r,ant} G_{r,rec}}{kT_{sys} B G_{r,rec}} \\ &= \frac{G_{r,ant rec}}{N_o} \end{aligned} \quad (7)$$

$T_{sys}$  : system temperature

실제 근접 전계 수신 시험 시에는 AD 변환기를 거쳐 신호와 잡음을 측정하며, 잡음 지수 측정 시는 프로브에 신호를 인가하지 않고, 외부 신호가 없는 상태에서 수신기 내부에서 발생한 잡음을 측정한다. 개발 완료되거나 개발 중인 능동 위상 배열 안테나의 G/N 측정은 수학적으로 계산한 값과 유사한 값을 확인 검증하였다.

### III. 결 론

본 보고서에서는 근접 전계 시험을 통해 능동 위상 배열 레이더의 성능을 검증하는 방법 및 절차를 간략히 기술하였다. 최초 수동 복사 소자 근접 전계 시험을 통해 능동반사계수 및 송수신 빔 패턴을 예측하였고, 송수신기가 포함된 상태의 실방사 상태의 능동 위상 배열 측정 시험을 통해 최종 빔 특성을 검증하였다. 능동 위상 배열 레이더에 사용되는 안테나와 같이 원거리 또는 단축 거리 측정 시설로는 측정하기 어려운 여러 측정 항목들의 복사 특성을 근접 전계 시험 결과를 통해 확인함으로써, 측정의 정확도 면에서도 검증을 완료하였다. 검증된 방법은 향후에 개발될 다양한 능동 위상 배열 레이더 사업에서 비용과 시간 측면에서 효율적으로 적용할 수

있을 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Hubregt J. Visser. *Array and Phased Array Antenna Basics*, John Wiley & Sons Inc., 2005.
- [2] Constantine A, Balanis. *Modern Antenna Handbook*, John Wiley & Sons Inc., 2008.
- [3] 김영완, 채희덕, 이동국, 정명득, 박종국, "능동 위상 배열 안테나의 반사 특성을 고려한 안정적 시스템 운용에 관한 연구", 한국전자파학회논문지, 23(1), pp. 29-37, 2012년 1월.
- [4] H. J. Orchard, R. S. Elliott, and G. J. Stern, "Optimizing the synthesis of shaped beam antenna patterns", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-23, no. 1, pp. 100-107, Jan. 1975.
- [5] D. W. Hess, "Measurement of EIRP and antenna response for active antennas with spherical near-field scanning", *IEEE Antenna Measurements and SAR*, pp. 49-54, May 2004.
- [6] A. C. Newell, R. D. Ward, and E. J. McFarlane, "Gain and power parameter measurements using planar near-field techniques", *IEEE Trans, Antennas Propagat.*, vol. 36, pp. 792-803, Jun. 1988.
- [7] Y. Wang, S. Xu, "Mutual coupling calibration of DBF array with combined optimization method", *IEEE Trans, Antennas Propagat.*, vol. 51, no. 10, Oct. 2003.

≡ 필자소개 ≡

김 영 완



2005년 2월: 광운대학교 전자공학부 (공학사)

2007년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)

2007년 2월~현재: LIG넥스원 선임연구원

[주 관심분야] 위성 배열 안테나 설계, 능동 위성 배열 안테나 시스템, 레이더 시스템, 초고주파 수동 회로 설계

나 형 기



1991년 2월: 포항공과대학교 전기전자공학과 (공학사)

1993년 2월: 포항공과대학교 전기전자공학과 (공학석사)

1996년 2월: 포항공과대학교 전기전자공학과 (공학박사)

1996년 1월~현재: LIG넥스원 ISR 연구

센터 수석연구원  
[주 관심분야] 안테나 및 능동 위성 배열 레이더

채 희 덕



1999년 2월: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학사)

2001년 2월: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학석사)

2008년 2월: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학박사)

2007년 3월~현재: LIG넥스원 선임연구원

[주 관심분야] 위성 배열 안테나 설계, 능동 위성 배열 안테나 시스템, 레이더 시스템, 초고주파 수동 회로 설계 및 전자파 수치 해석

전 민 현



1983년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)

2012년 8월: 아주대학교 전자공학과 (공학석사)

1983년 7월~현재: LIG넥스원 ISR 연구센터 (現 센터장)

[주 관심분야] 레이더 시스템, 시스템 엔

지니어링

박 종 국



1995년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)

1997년 2월: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학석사)

2001년 8월: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학박사)

2001년 11월~현재: LIG넥스원 수석연구원

[주 관심분야] 위성 배열 안테나 설계, 능동 위성 배열 안테나 시스템, 레이더 시스템, 초고주파 수동 회로 설계 및 전자파 수치 해석