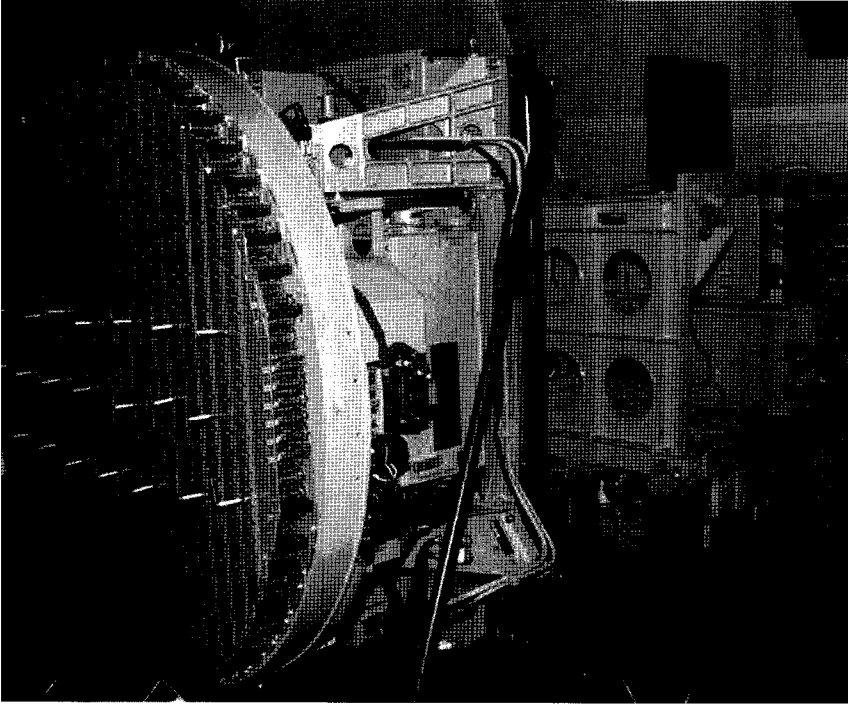


능동형 전자주사 (AESA) 레이더

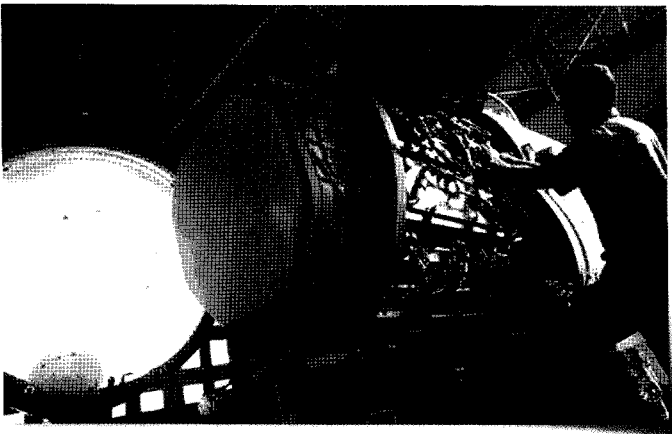
능동형 전자주사레이더, 일명 AESA 레이더는 21세기 항공무기체계 분야의 핵심 단어 중 하나다. F-22와 유러파이터, F/A-18E/F 슈퍼호넷과 같은 최첨단 미래 전투기는 물론 F-15와 F-16 같은 기존 전투기의 성능 개량을 위해 꼭 갖춰야 할 필수장비 중 하나로 평가받고 있기 때문이다. 서방세계뿐만 아니라 러시아 및 중국과 같은 공산권 국가의 AESA 레이더 개발 및 확보 노력 역시 상상을 초월하는 수준. 미래 전투기의 필수장비로 인식되고 있으며 기존 전투기의 성능 향상을 위한 만병통치약처럼 인식되고 있는 AESA 레이더에 대해 알아본다.



AESA 레이더의 특징

레이더는 안테나 빔의 주사 방향을 변화시키는 방식에 따라 보통 기계식 레이더와 전자주사식 레이더로 구분된다. 기계식 레이더는 접시 모양 또는 평판 모양의 안테나가 기계적으로 움직이면서 표적을 탐지한다. 기계적 신뢰가 높은 대신 탐지방향에 제약이 있기 때문에 안테나가 상하좌우로 움직여야 한다. 반면 전자주사식 레이더는 기계식 레이더에 비해 안테나에 장착된 방사소자의 전파위상을 통제해 빔의 방향을 전자적으로 바꾸는 방식으로 표적을 탐지한다. 이것은 전자주사식 레이더가 빔의 방향을 전자적으로 조향하게 되어 있어 안테나를 움직일 필요가 없다는 의미다. 이러한 특성으로 인해 전자주사식 레이더는 항공기 기체나 함정 선체에 고정시켜 운용하는 것이 특징이다.

개발형 F-15C 전투기에 탑재되는 AN/APG-63V3 AESA 레이더



전자주사식 레이더는 다시 수동형과 능동형으로 구분할 수 있는데 수동형 전자주사(PESA) 레이더는 기계식 레이더와 같이 전파를 만드는 송신기와 수신기를 하나씩 갖고 있다. 하나의 고출력 송신기에서 만들어진 전파가 안테나에 위치한 각각의 위상변조기를 통해 위상이 바뀌어 빔의 방향이 조절되는 것이다. 반면 능동형 전자주사(AESA) 레이더는 하나의 고출력 송신기와 수신기를 갖고 있는 수동형 전자주사 레이더에 비해 송수신기 수가 매우 많다는 특징이 있다. 빔의 송신과 수신을 담당하는 작은 송수신 모듈(TRM)이 대량으로 안테나에 배열돼 있는 것이다.

참고로 흔히 위상배열(페이즈드 어레이: phased array)레이더라고 부르는 레이더는 정확히 표현하면 수동형 전자주사식 위상배열(passive electronically scanned array)레이더를 뜻한다. 물론 위상배열 레이더가 정확히 수동형 전자주사식 레이더를 말하는 것은 아니다. 정확히는 다른 뜻을 가지고 있지만 전자주사식 레이더의 기능안에 위상배열 레이더의 기능이 포함되기 있기 때문에 전자주사식 레이더의 초기 형태인 수동형 전자주사식 위상배열 레이더를 통상적으로 위상배열 레이더나 다기능 레이더라고 부른다.

SPY-1에서 AN/APG-77까지

전자주사식 레이더 중에서 항공기에 탑재되는 레이더로 주목받고 있는 것은 능동형 방식, 즉 AESA 레이더다. 수동형 전자주사 레이더는 여러 장점을 갖고 있지만 하나의 송신기를 갖고 있어 송신기가 고장 나면 전체 기능이 멈춘다는 단점이 있다. 반면 AESA 레이더는 수백 또는 수천 개의 송수신 모듈에 기능이 분산돼 있어 결함품의 숫자만큼 효율이 점진적으로 감소한다. 또한 안테나를 구동하는 기계부품이 전자부품으로 대체돼 전반적인 체계 신뢰도가 매우 높다. 그러나 AESA 레이더의 가장 큰 미덕은 신속한 빔 조향 능력이다. 기계식 레이더는 유압모터를 통해 안테나를 움직이므로 한 번 탐지된 표적 정보를 갱신하는 데 약 1초가 걸린다. 하지만 AESA 레이더는 위상변조기가 전자적으로 빔을 조향하므로 1000분의 1초 정도면 빔의 방향을 바꿀 수 있다. 가장 대표적인 것이 바로 이시스 전투함에 탑재되는 SPY-1 레이더다.

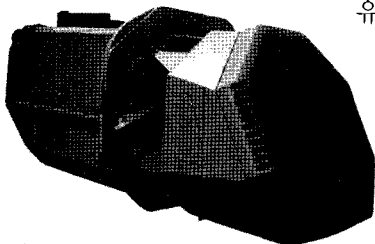
초기의 위상배열 레이더는 그 성능을 발휘하기 위해 대형, 중량의 구조물과 엄청난 전원을 필요로 했지만 전자과학기술의 발전은 보다 소형, 경량화를 가능케 하고 있다. 그 결과 능동형 전자주사식 위상배열 레이더 즉 AESA(active electronically scanned array) 레이더가 등장했으며 세계 각국이 개발에 열을 올리고 있다. 현재 가장 뛰어난 성능을 갖춘 AESA 레이더는 바로 F-22에 장착된 AN/APG-77 레이더다.

신속한 빔 방향 전환은 다수의 표적을 추적하면서 필요한 곳에 빔을 빠르게 조향하는 것을 가능케 해 조종사의 전장 상황인식(SA) 능력을 크게 향상시킨다. 공중전에 있어서 상황인식의 우위는 승리의 절대 요건이다. 또 AESA 레이더는 공중 표적은 물론 지상 표적에 대해 빔을 신속하게 번갈아 가면서 조향할 수 있다. 즉 AESA 레이더 한 대로 공중과 지상 표적을 거의 동시에 탐색, 추적하는 것이 가능한 것이다. AESA 레이더는 전파를 크게 반사시키는 안테나의 방향을 특정 방향으로 고정시킬 수 있어 다른 방향에서 탐지되는 확률을 낮추는 역할도 한다. 이러한 특성은 스텔스 전투기에 꼭 필요한 요소다. AESA 레이더는 값이 비싸다는 단점도 있지만 앞서 설명한 많은 장점을 갖고 있어 21세기 전투기의 주요 레이더로 자리하게 될 전망이다.

보편화되는 AESA 레이더

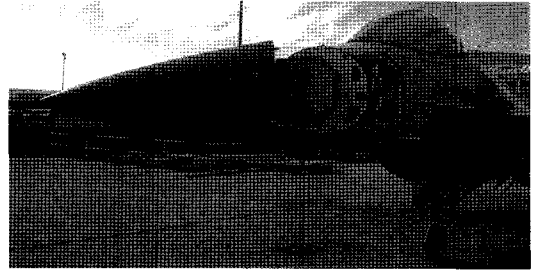
AESA 레이더가 최첨단 전투기의 전유물이라고 생각하면 큰 오산이다. 현재 F-16의 기계식 구형 레이더를 AESA 레이더로 교체하는 사업이 활발하게 진행되고 있기 때문이다. 현재 기존 전투기에 대한 AESA 레이더 장착 시험대가 되고 있는 F-16은 가장 많은 대수, 넓은 범용성, 미래 발전가능성 등의 이유로 주목받고 있다. F-16의 기존

APG-68 기계주사배열 레이더를 AESA로 교체하면 성능뿐 아니라 신뢰성과 정비성도 향상될 것이다. 레이더 성능은 최소한



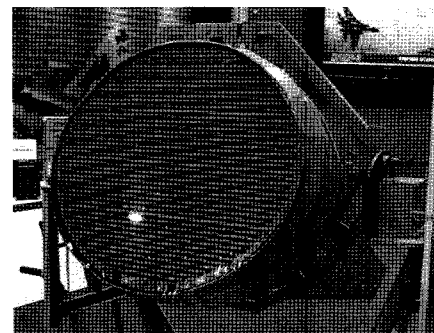
F/A-18F 슈퍼호넷에 장착되는 AN/APG-79 AESA 레이더

F-16 개량계획에 제안되고 있는 SABR



2배가 되고, 신뢰성은 10배 향상된다. 신뢰성은 재래식 레이더를 지원하기 위한 정비비용과 비교할 때 수명주기 비용에 상당한 영향을 미친다.

현재 미국의 레이시온과 노스롭그루만이 이 경쟁에 참여하고 있으며 각각 독자적인 기술력을 과시하고 있다. 일단 레이시온은 2008년 F-16 및 F/A-18A+/C/D 전투기를 위한 RACR(Raytheon Advanced Combat Radar) AESA 레이더 개발을 발표했다. 현재까지 RACR AESA 레이더 개발을 순조롭게 진행하고 있다. 이 신형 AESA 레이더가 단순한 공중수색 및 적기 포착, 대형 영상 파일 제공뿐만 아니라 적의 센서에 극초단파를 발사해 이를 교란하거나 혼란시킬 수 있는 능력까지 갖추고 있는 것으로 알려지고 있다. 노스롭그루만 역시 최근 F-35의 AN/APG-81 레이더를 변형한 SABR(Scalable Agile Beam Radar: 확장식 고속빔레이더)을 개발해 첫 비행 실증단계를 완료했다. 특히 SABR은 미래 무장과 전술을 지원하도록 설계되었으며, 여기에는 무형무기와 능동전자전 능력도 포함돼 있어 전자감시, 전자공격 및 통신능력을 갖춘 것으로 알려졌다. 미국뿐만 아니라 유럽과 러시아 역시 새로운 형태의 AESA 레이더 개발에 노력을 경주하고 있다. 현재의 추세대로라면 향후 10년 이내에 항공기용 AESA 레이더는 일시적 유행이 아닌 미래 전투기의 필수품으로 자리잡을 전망이다. ㉞



러시아가 공개한 AESA 레이더 모형