

PART 01 _ 개발동향

함정전투체계 교전능력 향상을 위한 다기능레이다 개발동향

함정전투체계 교전능력에 있어 다기능위상배열레이다는 매우 기술적이고 민감한 장비이다. 다기능레이다는 레이더 빔(Radar beam)을 기계식으로 회전 주사하여 표적 정보를 갱신하는 기존의 방식과 달리, 전자식 주사 빔(Electronically scanned beam)을 사용하여 매 송신 펄스마다 다양한 상황에서 전자에너지를 배분하여 관리할 수 있다.

이러한 다기능 레이다는 전자식 주사 빔 운용이 가능한 위상 배열 안테나와 함께 함정전투체계에 사용되어 고속 저피탐표적(유도탄, 항공기) 및 근거리 표적(수상함, 소형해상표적)과 같은 다양한 위협에 대한 함정의 실시간 대응 능력을 제공한다.

다기능레이다는 특히, 표적에 대한 3차원(방위, 거리, 고도) 정보를 획득하고 빔 형상을 원하는 형태로 변형 및 주사하여, 전자전 기능 수행, 미사일 유도, 요격 확인 등의 임무를 수행할 수 있는 다목적성을 지닌다. 이는 다기능레이다가 탐색, 추적 및 발사통제 등의 여러 기능을 동시에 수행할 수 있음을 의미한다.

최근 여러 선진국은 이러한 다기능레이다를 중심으로 한 관련 기술 개발과 이를 기반으로 하는 해군 전력강화 프로젝트를 추진 중이며, 미국의 AN/SPY-6 다기능레이다와 영국의 샘슨(Sampson) 다기능레이다는 이러한 흐름을 대표하고 있다.

01 미국의 4면 고정식 AN/SPY-6 레이다

2020년 6월 레이시온(Raytheon) 사에 의하면, 최근 AN/SPY-6 레이다에 대한 첫 번째 근거리 시험을 완료하였다. AN/SPY-6는 모듈식 어레이로 구성되어 있으며, 2023년 미 해군의 신형 구축함인 알레이버크급 Flight III의 초도함인 DDG 125함에 탑재될 예정이다.

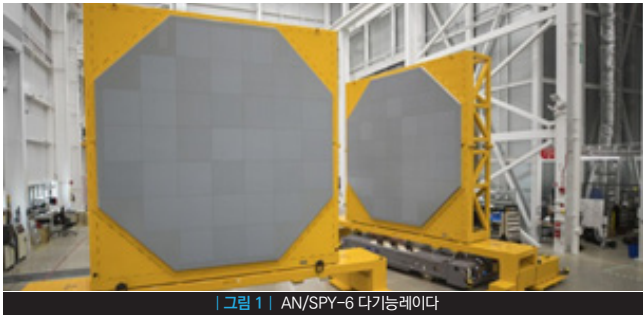
미국 해군은 지난 40여년간 기존 AN/SPY-1 레이다의 꾸준한 개량을 통해 세계 최고 수준의 다기능레이다 기술을 발전시켰으나 최근 주변국의 초음속 대함미사일 개발에 대응하기 위해 신형 AN/SPY-6 레이다를 개발하기로 결정하였다.

AN/SPY-6 레이다는 기존 AN/SPY-1의 PESA¹ 방식과 달리 AESA² 방식이며, 레이다 소자로서 차세대 전력 반도체 소자인 질화갈륨(GaN)을 사용한다는 점이 특징이다. 질화갈륨 소자는 기존 레이다 소자인 갈륨비소(GaAs)를 사용할 때에 비해 31.68배의 민감도를 가지며 신호잡음비 이득도 약 15데시벨 향상시킴으로써 레이다의 성능적인 측면을 크게 높였다.

또한, 여러 개의 반도체 송수신기를 사용하기 때문에 기존의 PESA 방식과 달리 고장이 나더라도 운용에 지장이 거의 없다는 장점이 있으며, 고장발생 빈도도 적을 뿐 아니라 정비도 매우 간단히 수행될 수 있어 운용유지비 절감이 가능하다.

1 Passive Electronically Scanning Array, 소수의 송신기에서 단일 주파수를 발생시키는 방식

2 Active Electronically Scanning Array, 여러 개의 모듈에서 서로 다른 주파수의 빔을 독립적으로 발생시키는 방식



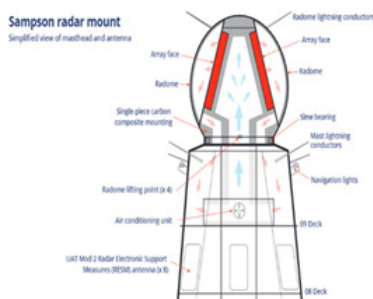
[그림 1] AN/SPY-6 다기능레이다

알레이버크급 Flight III에 탑재될 AN/SPY-6 레이다는 37개 모듈 형태로 제작되어 탑재될 예정이며, 이는 스텔스급 RCS³(RCS 0.001m²)를 가진 표적을 거리 330km 밖에서 탐지할 수 있는 성능을 가진다. 또한, 9개의 모듈을 사용하는 경우에는 EASR(Enterprise Air Surveillance Radar)라는 명칭이 붙여졌으며, 제럴드 R.포드급 항공모함, 존 F.케네디함 및 2020년 건조 시작될 신형 호위함 FFG(X)에 3면 고정식으로 탑재될 예정이다.

미 해군은 레이다 시험에 대한 데이터 분석 결과, 복잡한 MRBM⁴ 표적에 대한 일차적 목표를 만족하였으며, 이번 시험에서 확보한 원격 측정 및 기타 데이터를 토대로 체계의 성능 평가를 이어나갈 계획이다.

02 영국의 양면 회전식 샴슨(SAMPSON) 레이다

영국은 2차 세계대전을 기점으로 레이다 개발 분야에서 세계적인 전문성을 확보하였으며 영국 해군의 Type 45 구축함에 탑재되는 샴슨(Sampson) 다기능레이다는 이를 대표하고 있다. 독특한 샴슨 안테나가 단일 탄소섬유 프레임에 설치되어 있으며, 이 프레임에는 육각형의 평면 어레이 2대가 장착되어 있다. 반원형의 레이돔 2개는 직경 4.8m의 구 형태를 띤다. 이 안테나는 극한의 온도 환경에서도 운용될 수 있도록 설계된 원형의 레이스와 롤러 베어링 위에 설치되어 있으며 30RPM의 속도로 회전한다.



[그림 2] 샴슨레이다 안테나 구조 모식도

이 안테나는 작은 크기의 어레이를 사용하고, 경량화된 소재를 적용하여 폭 21.2m의 갑판에 탑재될 수 있다. 이로써 샴슨 레이다는 미국 알레이버크급 구축함에 고정된 어레이 높이보다 2배 가까운 높이에

위치하게 되며, 이는 함정의 레이다수평거리를 증가시켜 함정이 초저고도로 접근하는 위협 상황에 대비할 수 있도록 한다. 또한, 샴슨 레이다는 양면 회전식이기 때문에 4면식에 비해 비교적 낮은 전압 및 전력(25kW)에서 운용된다. 덕분에, 기존의 복잡한 액체 냉각체계 대신 공기식으로 안테나를 냉각할 수 있어 함정을 경량화하고 기동성을 높일 수 있다.

샴슨 레이다의 ECCM⁵에는 펄스 압축 및 주파수 변환기능이 포함되어 있어 사실상 적의 재밍 공격을 무력화시킨다. 레이더 빔은 능동식 어레이로서 소프트웨어의 제어를 받아 움직이며, 미사일 추적 등의 임무를 위해 최적화된 탐색 각도 조절을 위한 채널 및 파형 변환이 가능하다. 샴슨 레이다의 성능은 영국의 Type 45 구축함 도입 시 이루어진 가장 큰 기술 발전 사항이라고 평가받는다. 샴슨 레이다는 원거리에서 스텔스 표적을 탐지하고, 즉각적인 추적이 가능하기 때문에 Type 45 구축함의 씨바이퍼⁶(Sea Viper) 미사일 유도 시에도 효과적이다. 이때 샴슨 레이다는 2~4GHz 범위의 S-밴드에서 운용되며, 조종 가능한 빔을 사용하여 회전함으로써 360°의 탐지범위를 유지할 수 있다. 샴슨 레이다는 비행 중인 16개의 바이퍼 미사일을 유도할 수 있으며, 동시에 1,000개의 서로 다른 표적을 추적할 수 있다.

기존에 Type 45 구축함에서 운용하던 이전 PESA 방식의 TS1850M 레이다는, 다수의 별도 구성품이 방사하는 단일 신호와 주파수를 사용한다. 이러한 방식은 장거리 탐색 시 유리할 수 있으나, 정밀성이 결여되어 있으며 중량이 크고 냉각체계의 복잡성이 높아진다는 점에서 함정의 기동성을 떨어뜨린다.

반면, 샴슨 레이다는 AESA를 사용할 때 얻을 수 있는 모든 이점을 가지고 있다. AESA 방식의 레이다는 정밀도가 높고, 항재밍 성능이 높을 뿐 아니라 구조적으로 견고하다. 각 어레이에 탑재된 640개의 샴슨 모듈 중 하나가 고장나는 경우에도 지속적으로 정상적인 운용 상태를 유지할 수 있다. 정비의 측면에서도 어레이 후면에 접근하여 고장 난 어레이를 비교적 쉽게 교체할 수 있으며, 교체 이후 자동화된 조정 소프트웨어를 활용하여 함정이 빠르게 작전에 복귀하도록 지원할 수 있다.



[그림 3] 영국 샴슨 레이다

함정 내 갑판부 아래에 탑재된 레이다와 연동된 컴퓨터 및 소프트웨어와 같은 제어장비들도 중요한 역할을 한다. 샴슨 레이다는 미국의

3 Radar Cross Section, 레이다 반사 면적을 의미하며 레이다에 잡히는 표적이 레이다 신호 상에서 얼마나 큰 물체로 나타나는지를 표현하는 기준 척도

4 Medium Range Ballistic Missile, 준중거리탄도미사일 5 Electronic Counter-Counter Measure, 적의 전자 공격에 대응하기 위한 장비 6 영국군이 사용 중인 통합 중거리 대공미사일

머큐리 컴퓨터 시스템스(Mercury Computer Systems)사의 신호처리 장치를 통해 실시간으로 빔을 형성하며, 형성된 빔은 모든 방향으로 즉각적인 지향이 가능하다.

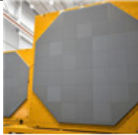
	4면 고정식 레이더(AN/SPY-6)	양면 회전식 레이더(SAMPSON)
탐지거리	2000km	400km
전력	높음(58kW 이상으로 추정)	25kW
냉각방식	액체식(복합)	공기식(단순)
추적 가능 표적 수	2000개	1000개
사진		

표 1 | AN/SPY-6와 SAMPSON 레이더 비교

또한, 센서를 통해 수신되는 방대한 양의 데이터를 분석하고 정리하여 작전실에 있는 전투 전문가들에게 실시간 영상을 제공할 수 있는 소프트웨어도 탑재되어 있다. 이 소프트웨어 기술 개발에는 테셀라(Tessella) UK 사가 참여하였는데, 이들은 효율적인 데이터 분석을 위한 자동추적 알고리즘 구축과 영상 제공을 위한 수학적 모델링 기술 개발에 참여하였다. 이렇게 완성된 연동 소프트웨어 장비는 광섬유 케이블과 20Gbits/s의 고속 데이터 링크를 사용한다.

03 분석 : 향후 전망

함정전투체계의 교전능력 향상에 있어 다기능레이더 체계의 중요성이 더욱 증대되고 있다. 적 탐지를 통해 이후 단계에서 전투수행을 지속적으로 가능하게 하는 레이더체계의 역할은 해상에서 전투를 수행하는 함정 운용에 있어 무엇보다 중요하기 때문이다.



그림 4 | 샘슨레이더가 탑재된 영국의 Type 45 구축함

영국의 샘슨 레이더 및 최근 개발된 미국의 AN/SPY-6(V)와 같은 위상배열다기능레이더는 지형 및 클러터⁷ 조건에서 유도탄 및 무인함

공기와 같은 다중표적에 대한 정밀 추적 및 적아식별 등의 임무를 수행하며 이러한 요구능력을 만족시킨다.

SPY-6 레이더의 경우, 추후 알레이버크급 구축함을 포함한 강습상륙함, 항공모함 등에 탑재되어 동시 다발적인 위협 상황 대처와 각종 미사일 방어를 수행할 수 있는 고도로 통합된 함정전투체계를 구축하는데 기여할 것이다. 또한, 샘슨레이더가 탑재된 영국의 Type 45 구축함은 2021년 HMS 퀸 엘리자베스급 항공모함의 첫 번째 배치 시 동반하여 영국 함정 전투체계의 방공 능력을 증대시킬 것이다.

함정용 다기능레이더의 효율적인 운용과 그에 따른 함정전투체계의 탐지능력 및 생존율 향상을 위해 향후 확장되어야 할 연구 주제들이 있는데, 가장 대표적인 분야가 레이더 자원할당 문제이다. 다기능레이더가 다수의 임무를 신속하고 유동적으로 전환하며 처리하기 위해서 임무들이 수행되는 시간과 순서를 효율적으로 결정할 필요성이 있다. 시간과 에너지 및 연산처리능력과 같은 레이더 자원을 어떻게 분배할 것인가에 따라서 표적의 탐지율과 추적 성능, 나아가 함정전투체계의 교전능력이 결정되기 때문이다. 이와 같은 최적화된 실시간 자원 관리 알고리즘과 이를 구현할 제어용 소프트웨어의 개발이 향후 다기능레이더 기술 발전에 있어 중요한 역할을 하게 될 것이다.

우리나라의 함정전투체계에서는 아직 다기능레이더의 전력화를 이루지 못한 상황이지만, 최근 방위산업체 주관의 활발한 연구 및 개발이 진행되고 있다. 최근 국내에서 진행된 관련 연구로써, 항공기 다기능레이더/환경 통합 시뮬레이터 시험 연구 및 레이더 자원 관리를 위한 인공신경망(Neural Network)모델 구축 연구와 같은 사례 등도 이를 뒷받침한다. 특히, 다기능레이더가 탑재될 우리나라의 울산급 차기호위함(FFX) Batch-III의 전력화가 2024년에 예정되어 있다. 기존의 차기호위함 Batch-I의 경우 회전식 레이더가 탑재되어 있지만, 탄도탄 유도 및 추적에 어려움이 있어 Batch-III의 경우 4면 고정식 레이더를 탑재할 예정이다. 이러한 동향을 바탕으로 향후 신형 수상함에 탑재될 고기능의 탐지거리 및 추적속도 성능을 갖춘 다기능레이더는 우리나라 함정전투계에 대한 다양한 위협의 탐지 및 대응체계로서 운용되게 될 것이다.

	차기호위함 Batch-I	차기호위함 Batch-III
레이더 방식	회전식 레이더	4면 고정식 레이더

표 2 | 우리나라의 차기호위함 레이더 방식

7 레이더 운용 시 수신신호뿐 아니라 지표면 및 이동하는 물체에 의해 나타나는 반사파

출 처

1. In focus – the Royal Navy's Sampson Radar, savetheroyalnavy.org, 2020.05.25.
2. Raytheon completes near-field testing of first production AN/SPY-6(V1) array at Radar Development Facility, janes.com, 2020.06.05.
3. 함정의 다기능레이더(MFR) 자원할당 방안에 대한 연구, dbpia.co.kr, 2019.03.

국방기술품질원 해상수중연구3팀
연구원 이재명 / dqijm@dtqa.re.kr



PART 02 _ 해외기술단신

이스라엘, SpearUAV사 캡슐형 드론 개발

이스라엘 스피어UAV(SpearUAV)사는 전장 및 국토안보 분야에서 활용이 가능한 무인항공체계(UAS¹) 기반의 실시간 상황인식 기술을 니노스(Ninox)를 공개하였으며, 니노스는 임무 수행에 있어 전술적 우위를 확보하기 위해 유기적이고 즉각적인 ISTAR² 능력을 제공하도록 설계되었다.

스피어UAV사의 가디 쿠퍼만 CEO는 야전 및 국경 등에서 발생하는 위협에 즉각적으로 대응할 수 있도록 병사나 보안요원이 직접 정찰드론을 발사·제어할 수 있으며, 기존처럼 무인항공기에 의한 지원이나 협조를 기다릴 필요가 없이 즉시 정찰을 수행할 수 있다는 점이 차별화 요소이며, 향후 니노스를 전장에서 표준장비로 활용할 수 있도록 수량 확보 측면에서 비용적인 요소도 고려하여 개발이 이루어지고 있다고 밝혔다.

니노스는 모듈형태의 경량 UAS로 스마트 캡슐에 밀봉된 상태이며, 사용자가 총알, 유탄 등 탄약을 다루는 방식과 동일하게 즉시 사용 및 회수도 가능하다.

보아즈 벤 차임 이사는 스마트 캡슐에는 다양한 기술이 적용되어 있다. 우선, 캡슐 발사에 화약을 사용하지 운반 및 사용 시 폭발의 위험이 없다. 또한 캡슐은 드론과 사용자/지휘통제체계 간에 무선라우터 기능을 겸하며 캡슐을 통해 정찰임무를 프로그래밍할 수 있으며, 발사된 드론은 입력된 정보에 따라 자체적으로 비행하며 임무를 수행한다. 극한의 환경조건 및 수송 간의 진동에도 견디도록 설계 되었으며, 캡슐에 밀봉된 상태에서 별도의 정비 없이 장기간 보관이 가능하다. 또한, 유탄발사기, 연막탄발사 차량, 항공기, 함정 등 기존의 플랫폼에 적용이 가능하도록 캡슐을 제작할 수 있다.

니노스103 및 니노스66 체계는 개발 과정에서 이스라엘 국방부의 자금 지원을 받았다. 니노스103은 주력전차 또는 보병전투장갑차 등의 지상플랫폼에서 발사를 상정하여 개발 중인 체계로 현재 이스라엘 방위군이 운용 중인 플랫폼에 적용하여 최초운용능력을 조기에 달성하였다.



그림 1 | 지상·해상·공중플랫폼용 니노스 103 (사진출처 : SpearUAV사)

니노스66은 초기에 미 육군의 M1 에이브럼스 전차에 탑재된 66mm 연막탄발사기용으로 설계되었으나 이스라엘군의 메르카바 주력 전차의 73/76mm 연막탄발사기에도 사용이 가능하도록 개량되었다.



그림 2 | 메르카바 전차의 73mm 연막탄발사기에 장착된 니노스66 캡슐(녹색 두껍) (사진출처 : SpearUAV사)

니노스66은 전차, 장갑차, 전술차량 등의 기동차량에서 사용할 수 있으며, 국토안보분야에서는 핵시설 등 기반시설이나 국경의 철책에 설치된 발사기에서 드론을 사출하는 기술을 개발 중이다.

현재는 이스라엘군의 시험평가를 위한 개발이 진행 중으로 메르카바 Mk 4 전차에서 발사된 드론이 획득한 ISTAR 영상을 다른 기지, 부대, 개인병사에게 동시에 중계할 수 있는 수준이며, 2021년 정도에 이스라엘군의 최초운용능력을 달성할 것으로 예상된다.

니노스40은 도시지역에서 작전을 수행하는 소규모 분대수준에서 사용토록 설계되었고, 소총에 장착된 40mm 전용 유탄발사기에서 사출되며, 현재는 이스라엘 국방부 등에서 M203 및 GL40 유탄발사기를 활용하여 성능을 시연 중인 것으로 알려졌다.



그림 3 | 유탄발사기에서 사용하는 ISTAR용 니노스40 (사진출처 : SpearUAV사)

1 Unmanned Aircraft System

2 Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance, 정보감시·표적획득·정찰

니눅스 등의 UAS의 기술개발은 민간에서 이루어지고 있으나 이스라엘 국방연구개발국은 군 요구사항에 맞춰 체계를 개량하기 위한 자금 및 시험 평가를 지원하고 있다.

방산연구개발국 항공과의 메나헴 란다우 중령은 지난 2년 간 UAS 개발의 전반적인 추진현황을 점검하고 민간 기술을 군사 및 국토안보용으로 활용하는 방안을 검토해왔으며, SpearUAV사의 니눅스는 작전 수행의 신속성 및 전투원의 편의성 측면에서 기존과 차별화된 직관적인 기술이라고 평가했다. 새로운 발사체계를 개발하지 않고 기존 메르카바 전차의 73mm 연막탄발사기용에서 사용하는 점이 고려되었다.

정지/이동 간에 적의 화력을 실시간으로 식별할 수 있으며 영상은 차량 플랫폼의 전투관리/상황인식체계를 통해 차량내의 단말, 포수의 조준경에 직접 중계되어 승무원의 안전과 상황인식 범위를 향상시킬 수 있다. 란다우 중령은 현재 이스라엘군은 SpearUAV사의 기술을 일부 활용하고 있으며, 앞으로 기술에 대한 시험평가 및 장갑차를 활용한 운용개념에 대해 확인할 필요가 있으며, 단기적으로는 새로운 기술의 효율적인 활용 방안과 효과분석을 통해 임무 수행의 전술, 기술, 절차 등에 대한 변경 방안을 검토하고, 다른 복잡한 임무에 활용하기 위해 다른 센서나 능력을 니눅스UAS에 추가하는 방안을 검토 중이라고 언급했다.

해설



스피어UAV사의 니눅스는 쿼드콥터 형태의 UAS로 리튬이온배터리로 작동하며, 발사체 및 캡슐 구경에 따라 103, 66, 40mm의 세 가지 모델이 있다. 공통적으로 주야간카메라, 인공지능(컴퓨터비전), 자동표적추적, 유도알고리즘, GNSS, 관성측정장치, 양방향 보안데이터링크, 내장형 망네투워킹 및 군집기능이 탑재되어 있다.

니눅스103은 무게가 2kg 정도로 길이 1,050mm의 캡슐에 들어가 있다. 최대 1.5kg을 탑재할 수 있으며, 60분의 체공시간, 10km의 LOS를 지니고 있으며, 1,000시간 이상의 운용시험 및 시연 실적을 보유하고 있으며, 향후 탑재플랫폼에 따라 UAS의 크기를 늘릴 것으로 예상된다.

니눅스66은 무게가 1kg 정도로 420mm 길이의 캡슐을 사용한다. 20노트의 풍속에서 700g을 탑재할 수 있으며, 체공시간은 50분, LOS는 10km로 추정된다.

니눅스40은 무게는 약 500g으로 250g 정도의 ISTAR 장비를 탑재하고 있으며, 체공시간은 40분, LOS는 4km 정도이나 추가적인 연결을 통해 비행거리를 15km까지 늘릴 수 있다.

SpearUAV사의 캡슐형 무인기 기술은 향후 다양한 임무에서 전술적인 이점을 제공할 수 있으며, 이스라엘 국방부는 신속하게 이 기술에 투자하여 현재 니눅스 체계 중 최소 2종을 시험평가용으로 획득하였으며, 해당 기술을 근시일 내에 운용평가 및 운용단계로 발전시킬 것으로 예상된다.

특히 니눅스40 개발에서 관심을 끄는 부분은 ISTAR 장비 대신에 살상력 있는 탑재체를 싣는 것으로, 보병부대가 사각지대에서 표적을 공격할 수 있는 단순하고 효율적인 수단으로서 활용이 가능하다..



국방기술품질원 기동화력연구1팀
연구원 이국식 / leeguksik@dtatq.re.kr

출처

1. New dimension: SpearUAV unveils 'capsuled' Ninox UAS, janes.com, 2020.07.29.
2. Grenade launchers able to fire Army's new camera drones, Army New Service, 2020.04.08.

PART 02 _ 해외기술단신

중국, 스텔스 중/고고도 장기 체공 무인항공기 Wind Shadow 일부 공개



그림 1 | Wind Shadow 중/고고도무인항공기(사진출처: 중국 공영방송 CCTV)

중국은 지난 8월 3일, 공영 방송사인 CCTV (China Central Television)를 통해 터보팬 엔진이 장착된 스텔스 중/고고도 장기 체공(MALE/HALE) 무인항공기 Wind Shadow (Feng Ying)를 일부 공개했다.

이 무인항공기는 중국 기상청 CMA(China Meteorological Administration)와 AVIC(Aviation Industry Corporation of China)가 공동으로 운용한다.

CMA 발표문에 따르면, 밀리미터파 레이더 등이 장착된 기상관측 임무용의 Wind Shadow는 8월 2일 태풍 실라코가 통과할 때 하이난성 남부에서 이륙하였다. 이 항공기는 약 32,808ft(10,000m)의 고도에서 순항하여 태풍에 인접한 위치에서 기압, 습도, 대기 응결 등 기상 세부 데이터를 획득하여 실시간으로 지상통제소로 전송한다.

중국은 무인항공기 비행간 기상측정 시험을 성공적으로 마침으로써 무인항공기 기반 관측 및 예측 솔루션 개발 사업(Haiyan 사업²⁾)의 목표를 달성하였다.

CMA는 기상관측을 위해 사용한 무인항공기가 이전에 공개된 Yilong-10(Wing Loong/Pterosaur-10) 이라고 밝혔으나, 실제로는 AVIC가 비밀리에 개발한 스텔스 중/고고도 장기 체공 무인항공기인 Wind Shadow 플랫폼이다. 이 플랫폼은 Tian Yi-3(Sky Wing-3)으로 알려져 있으며, 중국 군에서 운용 중이다.

AVIC는 이 무인 항공기에 대한 세부내용을 공개적으로 밝히지는 않았으나, 2016 주하이(Zhuhai) 지역에서 개최된 차이나 에어쇼에서 공개된 형상을 통해 일반적인 설계 및 성능 특성을 제공하였다.

Cloud Shadow는 WP11C 터보제트 엔진 1대를 사용한다. WP11C 엔진은 베이징 항공우주대학이 무인항공기용으로 개발한 WP11 추진체계를 현대화한 것으로, 미국 텔레다인 콘티넨탈(Teledyne Continental)이 제작한 J69-T-41 체계를 역설계하여 제작한 것으로 알려져 있다.

이 엔진의 최대 이륙 추력은 8.354kN이며, 59,055ft의 고도에서 운용할 수 있다.

Wind Shadow는 중국에서 개발한 Wo Shan-500(WS500/Turbofan-500) 소형 터보팬 엔진 2대를 채택한 것으로 알려져 있다. 이 엔진은 길이 약 1.135m, 입구 직경 0.308m이며, 추력이 5kN이다.

WS-500엔진은 2~10kN 추력을 제공하는 체계로 순항미사일 및 소형 항공기용으로 사용할 수 있을 것이다. 또한 이 엔진은 2003년 6월부터 개발되어 견본이 2004년 조립되었으며, AECC(Aeol Engine Corporation of China)가 수출용 AEF50E 엔진으로 마케팅하고 있다.

1 Medium/High Altitude Long Endurance

2 이 사업은 CMA가 정부 기관과 CAIG를 포함한 민간업체의 지원을 받아 공동으로 추진

해설

Shadow 시리즈 2종(Cloud/Wind Shadow)은 청두 항공기설계연구소(Chengdu Aircraft Design and Research Institute)가 개발하였으며, 미국 GA-ASI(General Atomics Aeronautical Systems Inc)가 제작한 Predator C Avenger 플랫폼과 유사하다.



그림 Cloud Shadow 무인항공기(사진출처: Janes 국방주간)

이 항공기들은 길이 9m, 높이 3.66m, 주익 폭 17.8m이며, 주익의 뒷부분(Trailing Edge)이 전진익(Foward-swept wing)형이다.

Cloud Shadow 무인항공기는 두 개의 구조로 되어 있다. 첫 번째 구조는 기본형 무장정찰 모델로서 최대속도는 550km/h, 탑재용량은 400kg이며, 날개 아래에 외부 탑재를 위한 장착대 6개를 장비하고 있어 다양한 유도 정밀탄을 탑재할 수 있다.

두 번째 구조는 정보·감시·정찰(ISR³) 전용 플랫폼으로서 최대속도가 무장정찰용 보다 빠른 620km/h이나, 통신 및 레이더 감시장비, 고해상도 영상정찰 체계 등으로 구성된 탑재체 200kg만을 탑재할 수 있다.

무장정찰형 및 ISR형 무인항공기에는 지형 및 지상이동 표적 추적 성능 개선을 위해 합성개구레이더(SAR⁴)를 장착할 수 있지만, ISR형 무인항공기에만 전자광학식/적외선(EO/IR⁵) 센서를 설치할 수 있어 표적 지시 및 전투피해평가(BDA⁶) 기능을 수행할 수 있다. 무장정찰형 무인항공기는 운용고도가 45,932ft이며, ISR형 무인항공기 운용고도는 49,213ft이다.

Cloud Shadow는 연료 1,000kg를 탑재할 수 있으며, WP-11C 터보제트 엔진을 이용하여 6시간 동안 체공할 수 있다. Wind Shadow의 운용거리와 체공시간은 공개되지 않았으나, 일반적으로 터보제트 엔진보다 터보팬 엔진의 연료 효율성이 더욱 높은 것으로 알려져 있기 때문에 이 무인항공기가 동일한 연료를 적재했을 경우, 운용거리 및 체공시간은 더욱 향상될 것이다.

Cloud Shadow에 사용된 WP-11C 터보제트 엔진의 노출된 배기관 노출과 달리, Wind Shadow의 쌍발 WS-500 터보팬 배기관 노출은 기체 내로 깊숙이 들어가 있다. 이는 적외선 노출을 줄이기 위한 설계상의 특징으로 보인다. Wind Shadow는 수직 미익 구조 또한 레이더 반사율 감소를 위해 설계되어 있어 스텔스 기능을 갖추고 있다.

중국은 Shadow 시리즈 외에도 장거리 고고도 무인정찰기인 Guizhou Soar Dragon, 고고도 장거리 체류형 무인기 Shenyang Divine Eagle 등을 지속적으로 개발해 왔으며, 최근 건국절 70주년 퍼레이드에서는 WZ-8 극초음속 무인기를 공개했다. 중국은 추후에도 무인기 및 스텔스 항공기를 지속적으로 개발할 것이다.



3 Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance

4 Synthetic Aperture Radar

5 Electro Optical//Infrared

6 Battle Damage Assessment

출처

1. China reveals rare glimpse of Wind Shadow UAV, janes.com, 2020.08.04.

2. Images suggest WZ-8 UAV in service with China's Eastern Theatre Command, janes.com, 2019.10.04.

국방기술품질원 항공유도연구2팀
연구원 박서현 / seohyun@dtqa.re.kr



PART 03 _ 벤처기업 기술현황

초분광 영상장비 핵심 분광소자 (Echelle Grating) 국산화 개발



(주)프리스전옵틱스 / 대표이사 한상현

대표자 한상현

전화번호 062-973-3601

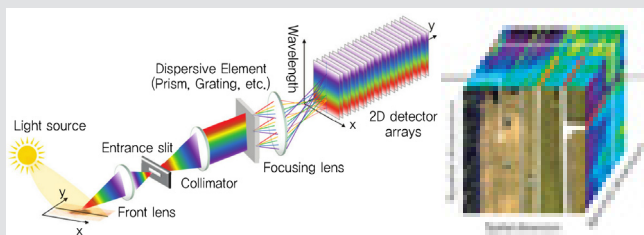
홈페이지 <http://www.jhfoundry.co.kr>

주 소 [61003] 광주광역시 북구 첨단벤처소로 15번길 59

01 주요개발 현황

분광 영상장비는 빛을 이용하여 측정대상물의 상태, 구성, 특징 등을 영상으로 표현하는 전자 광학장비를 말한다. 물체에 입사되는 빛은 물체의 고유한 반사율과 대기효과에 따라 2차원적인 영상정보로 반사된다. 이렇게 반사된 영상정보를 광학계를 이용해 100개 이상의 대역으로 분광시키고, 영상정보에 포함된 대기효과를 제거하여 초분광 큐브(Hypercube)형태로 영상을 구성하여 측정대상물을 분석할 수 있게 된다.

(주)프리스전옵틱스에서 국산화 개발에 성공한 분광소자(Echelle Grating)는 2차원의 라인 형태로 입사된 영상정보를 큐브(Hypercube) 형태의 공간정도로 변환시키기 위해 파장을 나누어 주는 역할을 하는 핵심 부품이다.

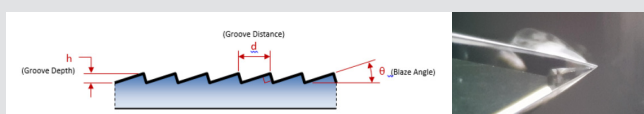


동일 인장강도 대비 SSF주철합금의 기계적 성질 비교

가. 분광소자

(주)프리스전옵틱스에서 개발한 분광소자는 반사면에 일정한 깊이와 간격으로 미세한 선을 가공한 에셀렛 격자형(Echelle Grating Type)이다. 이는 빛의 회절과 간섭 현상을 이용하여 입사빔을 파장별로 분산시키는 기능을 하며, 분광소자의 개발 성공여부는 가공된 Line pattern의 Figure error, Braze Angle, Groove period 등 아래와 같이 요구되는 규격의 부합여부라고 할 수 있다.

Figure error	Braze angle	Groove period	Surface quality
0.05λ@632.8	3.03° ± 0.1	12.0μm ± 0.2%	40-20



나. 분광소자 국산화 개발

분광소자의 주요 성능요인은 Groove Period 12μm를 통해 충분한 회절 효율을 구현하는 것이며, 이를 위해 공정에 사용되는 Diamond Tool의 선단 형상 선정과 가공 중에 발생하는 Braze Angle의 변형 방지에 중점을 두고 개발하고 있다. 또한, 분광소자의 기계적 특성을 향상시키고, 분광소자와 기구물을 일체화 시켜 조립정렬을 단순화하는 것을 목표로 기존 무산소동(Oxygen Free Copper)인 Substrate를 알루미늄에 Si를 40%이상 첨가한 RSA443으로 변경하고 Ni Plating하여 기계적 특성에 만족할 만한 결과를 얻었다.

결론적으로 당사에서 개발한 분광소자(Echelle Grating)를 분석한 결과 미국의 BrandWine社에서 전량을 수입하여 시스템에 적용하던 부품보다 기계적 특성과 광학 특성이 우수한 것을 확인하였으며, 우수한 특성으로 국산화하여 개발한 분광소자를 통해 수입에 의존하던 분광소자의 수입대체를 기대하고 있다.

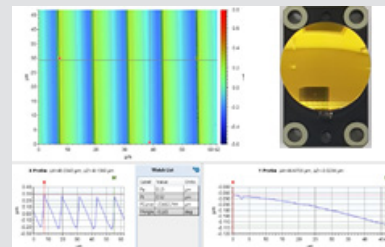


	Figure error	Braze angle	Groove period	Surface quality
Spec.	0.05λ@632.8	3.03° ± 0.1	12.0μm ± 0.2%	40-20
Result	0.025	3.04	12.005	5-5

02 회사소개

(주)프리스전옵틱스는 2003년 창사 이래 적외선카메라 시장에서 지속적인 기술개발에 노력하여 국내 최초로 금속 반사경과 회절비구면의 개발과 Calcogenide 계열 소재 기반의 Molded lens 개발, HUD(Head up Display) Mirror, 초분광 광학계의 핵심부품인 분광소자(Echelle Grating) 개발에 성공하였다. (주)프리스전옵틱스는 축적된 기술력과 품질을 기반으로 민수와 군수시장에서 기술과 품질을 선도하고 책임을 다하는 국방벤처기업이다.

주의

- 자료의 지식재산권 보호를 위해 본 간행물에 게시된 자료의 무단복제·전재를 금합니다.
- 본 자료에 게재된 내용은 국방기술품질원의 공식적인 견해가 아니며, 필자의 개인 의견임을 알려드립니다.

국방기술품질원
Defense Agency for Technology and Quality경상남도 진주시 동진로 420(충무공동)
www.dtaq.re.kr 구독문의: 055-751-5411