발행처 | 국방기술품질원 발행인 | 이창희 편집인 | 허 엽

2020년 9월 23일 93호

국방과학 기술정보

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION

PART 01 _ 개발동향

적외선 원격화학탐지장비 개발 동향

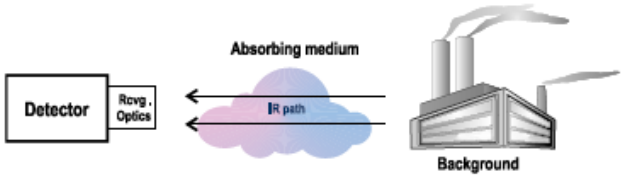
01 적외선 원격화학탐지(IR-RCD[1])

화학물질은 원자들의 화학적 결합인 분자로 구성되어 있다. 화학물질에 적외선을 조사하면 분자의 결합 및 진동 특성에 따라 물질마다 흡수하는 적외선 파장이 다르며, 이러한 적외선 흡수 스펙트럼의 파장과 에너지를 측정하여 화학물질의 종류나 상대적인 농도를 분석할 수 있다.

수동형(passive) IR-RCD 기술은 [그림 1]과 같이 자연배경의 적외선 복사선을 이용하여 오염원과 배경에서 센서로 수광되는 적외선을 측정하여 오염물질의 종류와 농도를 분석하기 때문에 별도의 광원이 필요 없어 소형화·경량화가 가능하고, 실시간 측정 및 재측정 등 장비 사용과 관리가 용이하여 현재 상용화된 IR-RCD 장비는 대부분 수동형 기술을 적용하고 있다.

원거리에서 대기오염 물질 또는 산업시설에서 누출되는 화학물질의 오염운을 신속히 탐지할 수 있기 때문에 미국, 독일, 프랑스 등에서는 해당 기술을 이미 상용화하여 운용하고 있다.

민간에서는 소방·방재 분야를 중심으로 독성산업화학물질(TIC[2]) 누출 및 화재 조사 등에 활용 중이며, 국방 분야에서는 화학작용제의 원거리 탐지에 적용하기 위한 연구가 이루어지고 있다.



| 그림 1 | 오염원과 자연배경의 온도차를 이용한 수동형 IR-RCD 기술

02 적외선 원격화학 탐지기술 종류

IR-RCD 탐지기는 검출기의 이미징 방식(영상시스템)에 따라 표1과 같이 4가지로 분류된다.

단일밴드 이미징(single-band imaging) 방식은 표적물질이 지니는 고유한 적외선 흡수 파장대의 광필터를 포함하며 표적물질 및 그와 유사한 화합물에 대한 탐지감도가 높고 탐지시간이 짧아 재난 시 초동대응에 유리하다.

또한 장비 구조가 단순하여 소형·경량화가 용이하며, 손에 휴대하면서 측정이 가능하다. 그러나 단일필터를 사용하므로 유사한 분자구조의 물질에 대한 분해능이 낮고, 분자구조가 상이한 경우 장비를 복수 구비해야 한다. 또한 상대적으로 측정거리가 짧기 때문에 장비 운용 시 화학물질 노출에 주의가 필요하다.

1 Infrared Remote Chemical Detection
2 Toxic Industrial Chemicals

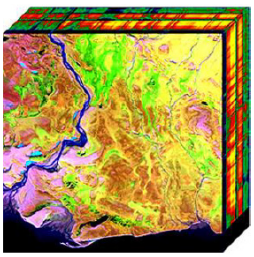
다중분광 이미징(multi-spectral imaging) 방식은 단일밴드형과 방식 및 장단점이 유사하며 그림 2와 같이 6~12개 정도의 필터를 사용하기 때문에 단일밴드형보다 많은 물질을 탐지할 수 있다. 화학공장이나 연구소와 같이 사용·보관 중인 물질이 많지만 사전에 종류를 파악하고 있는 시설에서 활용성이 높다.

| 그림 2 | 다중분광 방식 장비의 내부구조

초분광 이미징(hyper-spectral imaging)은 이미지 픽셀마다 세분화된 대역을 스펙트럼 정보를 획득하기 때문에 표적물질을 탐지·식별이 보다 용이하며, 그림 3과 같이 2차원 형태의 적외선 스펙트럼 이미지를 축적하여 3차원 형태로 결과를 나타낸다. 이미지 데이터를 습득하는 형태에 따라 전체 영역을 동시에 측정하는 이미징(스냅샷) 방식, 공간좌표에 따라 움직이면서 측정하는 스캐닝 방식이 있다.

스펙트럼 영역이 넓어(수십~100개 이하) 많은 물질을 동시에 탐지할 수 있고, 감도와 분해능이 높다. 또한 측정대상 위에 측정결과를 표시하거나 오염운의 이동을 실시간으로 나타낼 수 있어 오염정보 파악이 용이하다.

그러나 장비 및 구성품의 크기와 중량으로 인해 개인이 운용하기 힘들며 차량에 탑재하거나 시설에 고정해서 운용한다. 측정범위가 넓어질수록 측정시간이 길어지고, 구성이 복잡하여 장비 운용 및 데이터 분석을 위해 별도의 교육이 필요하다.



| 그림 3 | 초분광 이미징 측정결과

03 개발 동향

가. FLIR GF300/304/306/320/343/346

GF시리즈는 미국 FLIR사가 개발한 중량이 2kg으로 손에 들고 측정이 가능하다. 각 제품은 측정거리는 2km로 동일하며, 단일밴드 방식의 특성상 표적물질의 적외선 흡수 파장에 따라 제품이 구분된다.

| 그림 4 | GF306

항 목	내 용
파장	10.3~10.7μm
측정방식	필터
해상도	-
영상시스템	단일밴드
측정결과	흑백 이미지
중량	2kg 이하
측정거리	1~2km

| 표 1 | GF 306 성능 및 제원

나. Second Sight MS

Second Sight MS는 프랑스 Bertin사에서 개발한 정치형 탐지기이다. 장파장적외선 영역에서 스펙트럼밴드에 따라 필터를 순차적으로 변경하면서 배경을 측정하여 오염운의 영상을 획득한다.

카메라/단말기 중량은 10.2kg이며, 35종의 독성산업물질 및 화학작용제 라이브러리가 탑재되어 있으며, 15종의 가스를 동시에 탐지하고, 한 번에 4종의 탐지결과를 표시할 수 있다. 탐지 및 경보시간은 각각 2초, 8초이며, 배터리팩을 사용하는 경우 3시간 운용이 가능하다.

| 그림 5 | Second Sight MS

항 목	내 용
파장	7~12μm
측정방식	필터
해상도	-
영상시스템	다중분광
측정결과	컬러 이미지(6~12색)
중량	10.2kg
측정거리	2m~5km

| 표 2 | Second Sight MS 성능 및 제원

다. Sigis-Ⅱ

Sigs-Ⅱ는 독일 Bruker사에서 개발한 장비로 360도 측정이 가능하고, 망원경과 냉각시스템이 탑재되어 있다. 2초 이내에 탐지·경보가 가능하고, 가스 농도 및 환경 조건에 따라 10km 이상 측정이 가능하다.

| 그림 6 | Sigis-II

항 목	내 용
파장	6.6~14.5μm
측정방식	마이켈슨 간섭계, FT-IR
해상도	0.5~1.8cm^{-1}
영상시스템	초분광 스캐닝
측정결과	초분광 이미지
중량	65kg
측정거리	10km

| 표 3 | Sigis-II 성능 및 제원

라. Hyper-Cam LW/MW

Hyper-Cam 시리즈는 캐나다 Telops사가 개발한 장비이며, 사용하는 적외선 파장에 따라 장적외선(LWIR), 단·중적외선(SWIR, MWIR) 모델이 있다. 2초 이내에 탐지·경보가 가능하고, 스캔시간을 늘릴수록 정확한 스펙트럼을 획득할 수 있다.

| 그림 7 | Hyper-Cam LW

항 목	내 용
파장	7.7~11.8μm
측정방식	마이켈슨 간섭계, FT-IR
해상도	0.25~15cm^{-1}
영상시스템	초분광 이미징(스냅샷)
측정결과	초분광 이미지
중량	31kg
측정거리	5km

| 표 4 | Hyper-Cam LW 성능 및 제원

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

출 처

1. Passive Infrared Systems for Remote Chemical Detection Assessment Report, US Departments of Homeland Security, 2016. 9.

PART 02 _ 해외기술단신

미 육군, AI 기반 음성인식체계 개발

| 그림 1 | 병사-JUDI 간 양방향 대화 상호작용 모습

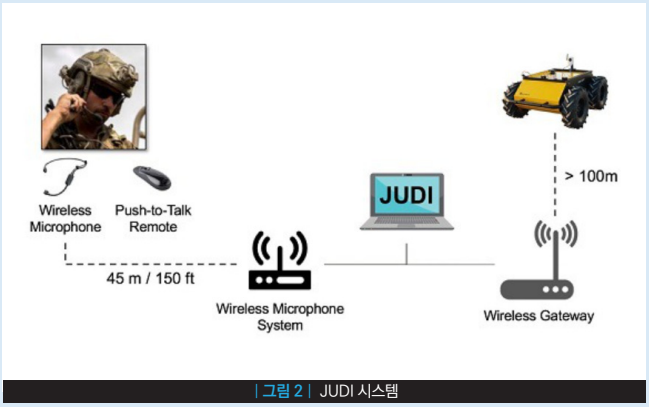
비교적 환경변화가 없는 집에서는 알렉사(Alexa)나 구글(Google)에게 질문을 던지면 기능을 충분히 잘 발휘한다. 그러나 전투환경에서 로봇을 제어하면서 Alexa에게 적 사격 원점을 발견하도록 지시하는 것은 완전히 다른 문제이다.

이러한 이유로 미 육군과 학계 연구원들이 공동연구로 이동식 로봇과 같은 자율 시스템을 제어하고 전투원과 로봇의 상호작용을 더욱 원활히 될 수 있는 방안으로 대화형 인터페이스 기술을 개발하였다.

미 육군 전투능력발전사령부 예하 육군연구소(Army Research Laboratory, ARL)는 남가주대학 창의기술연구소(University of Southern California's Institute for Creative Technologies)와 협력하여 새로운 대화형 인터페이스체계인 JUDI(Joint Understanding and Dialogue Interface)를 개발하였다. 미 육군은 JUDI의 음성인식 알고리즘을 통해 병사와 자율 시스템간의 양방향 대화형 상호작용을 할 수 있다고 밝혔다.

아마존의 알렉사와 같은 장치는 대규모 데이터 세트를 구비하고 있는 클라우드 서비스를 통한 네트워크 연결에 의존하고 있으며, 이를 통해 작업을 학습하고, 사용자를 위해 작업을 수행토록 한다.

반면, JUDI의 대화 처리 방식은 통계적 분류를 통해 병사의 언어에서 의도를 해석할 수 있도록 기반을 두고 있다. 또한 JUDI의 음성 인식 장치는 소리가 울리고 시끄러운 전장 환경의 소음 특성을 극복하기 위해 특별히 설계된 '인공지능 첨단연구사업활동의 바벨(Babel) 프로그램의 일부로 개발된 음성모델을 활용하였다. JUDI 시스템은 병사의 대화 내용뿐만 아니라, 로봇의 시각, 청각 또는 레이더 매핑 등의 인지체계와 같은 여러 맥락의 소스를 활용하여 병사와 자율시스템간의 협력적 의사결정을 지원하는데 도움을 준다.



| 그림 2 | JUDI 시스템

이는 전장에 새롭게 등장한 로봇이 병사들과 '소음'이 많이 일어나는 환경인 실제 전투상황에서 보다 더 다양하고 자연스러운 양방향 상호작용이 이루어질 수 있도록 하였다는데에 의의가 있다.

JUDI 시스템은 구두지시를 듣고 지시에 적용할 가장 중첩도가 높은 말을 찾아낼 수 있기 때문에, 병사들이 로봇들과 상호작용을 위해 명령어 목록을 암기하는 부담을 줄여줄 수 있을 것으로 기대된다.

본 기술의 목표는 "병사가 자율 시스템과 팀을 이루어 정찰, 수색, 구조 작업과 같은 상황에서 임무를 더욱 효과적이고 안전하게 완수할 수 있도록 지원하는 것이다.

이 기술은 장차 미 육군 전투능력발전사령부(Combat Capabilities Development Command, CCDC)의 주도하에 항법·계획·인지·제어·추리 능력 등과 같은 인공지능체계가 요구하는 특정 기능을 수행하는 로봇 및 인공지능 사업에 관한 소프트웨어 구성품에 통합될 예정이며, 이 과정에서 육군이 보유하게 될 지식재산권은 업계의 파트너와 공유할 예정이다.

해 설

유무인 복합체계로 구성된 미래전장에서의 승패는 전투원이나 무인로봇 등의 전장의 구성요소 간 얼마나 신속하고 정확하게 의사소통 하고 상호작용하는가에 달려있다고 해도 과언이 아니다. 미 육군 현대화전략 등에서 제시하고 있는 전투원의 치명성 강화와 무인체계 등의 추진에 있어, 인공지능 분야를 주요한 연구영역으로 선정한 것도 이러한 예측을 뒷받침하고 있다.

다만 상용 AI비서와 같이 비교적 정제된 사무실, 집 등의 운용환경과는 달리, 무인로봇 등이 혹독한 전장에서 다양한 소음을 극복하고 지휘체계가 형성되어 추종하고 있는 전투원의 명령만을 입력받아 반응하는 강건한 인공지능체계를 구축하는 것은 기술적으로 결코 쉽지 않을 것으로 예상된다.

육군연구소가 밝힌 JUDI의 향후 다양한 소프트웨어 분야로의 통합은 인간-로봇의 상호작용 분야는 AI기반의 음성인식 기술부터 뇌-컴퓨터 상호작용을 통한 감정 및 의도인식 기술 등 다양한 핵심기술의 개발과 통합을 수반할 것으로 예측되며, 궁극적으로는 인간능력강화 기술과 연계 발전하여 군사적으로 적용될 가능성이 큰 것으로 분석된다.

국방기술품질원 전력지원체계연구2팀
선임연구원 권다옥

출 처

1. Military takes robot interaction to the next damn level with new speech recognition system, biometricupdate.com, 2020.08.14
2. The US Army is Building a Voice Assistant Named JUDI to Control Robots, voicebot.ai, 2020.7.31.

PART 02 _ 해외기술단신

미 공군, 전시 공수 역량 확보의 일환으로 육군의 미래 수직이착륙기(FVL) 프로그램 고려

미 공군 관계자는 향후 러시아·중국과의 전투시 공군의 긴급 공수 공백을 메울 수 있는 방안으로 육군의 미래 수직이착륙기(Future Vertical Lift, FVL) 프로그램을 주시하고 있음을 밝혔다.

| 그림 1 | 시콜스키의 레이더(Raider) X

대형 공군 기지는 적들의 공격으로부터 취약하기 때문에, 기지 안팎으로 물자를 수송하는데 있어 현재의 방식이나 장비에 의존할 것이라는 보장은 없다.

중국이나 러시아와의 전쟁에 대비하여 미 공군은 그들의 동맹국이나, 역내 파트너 국가의 기지로 그들의 자산을 분산함으로써 운영 기지에 위치한 항공기의 위협을 감소시켰다.

하지만 미 공군의 군수·공병·부대방호를 담당하는 Warren Berry 중장은 "이러한 방식은 전쟁 중 보다 엄중한 지역으로 예비 부품이나, 정비용 장비와 같은 물자를 신속하게 공수하기에는 문제가 있다."고 언급하는가 하면, 7.9. Mitchell 항공우주연구소가 주최한 행사에서는 "미 공군은 소산과 이륙을 위한 또 다른 방법을 모색해야 할 것"이라며, 공군에서 전기 수직이착륙기(Electric Vertical Take-off and Landing, eVTOL) 개념으로 추진 중인 Agility Prime 프로그램과 더불어 육군의 FVL 프로그램을 추가적인 선택지로 거론했다.

육군은 FVL 프로그램을 여러 개로 세분화하여 추진 중이며, 이는 공군이 구매를 결심하는 경우 다양한 종류의 항공기를 선택할 수 있는 기회를 제공한다.

| 그림 2 | 벨의 360 인빅터스(Invictus)

FVL 프로그램 중 미래 공격정찰헬기(Future Attack Reconnaissance Aircraft, FARA)는 OH-58D 카이오와 워리어(Kiowa Warrior) 퇴역 이후 AH-64E 아파치(Apache)와 Shadow 무인기가 수행 중인 정찰 임무를 대체할 예정이다.

현재 미래 공격정찰헬기 부문에서는 그림 1의 시콜스키(Sikorsky Aircraft Corp.) 레이더 X(Raider X)와 그림 2의 벨(Bell Helicopter Textron Inc.) 360 인빅터스(360 Invictus)가 1차 경쟁 시제기 프로그램에서 선정되었으며, 2023년 중순 경쟁 비행시험을 통해 최종개발사를 선정, 2028년 전투배치가 이루어질 예정이다.

FVL 프로그램 중 미래 장거리강습헬기(Future Long-Range Assault Aircraft, FLRAA)는 수송 및 병력이송을 담당하는 UH-60 블랙호크(Black Hawk)를 대체하며 2030년에 실전 배치될 예정이다.

현재 미래 장거리강습헬기 부문에서는 그림 3의 시콜스키-보잉(Boeing) SB>1 디파이언트(Defiant)와 그림 4의 벨 V-280 밸러(Valor)가 개발 경쟁 중이다.

| 그림 3 | 시콜스키-보잉의 SB>1 디파이언트(Defiant)

| 그림 4 | 벨의 V-280 밸러(Valor)

분 석

미 공군은 군수지원·수색·구조 및 병력수송을 위한 전기 수직이착륙기 개념의 「Agility Prime」 프로그램을 공개하였다.

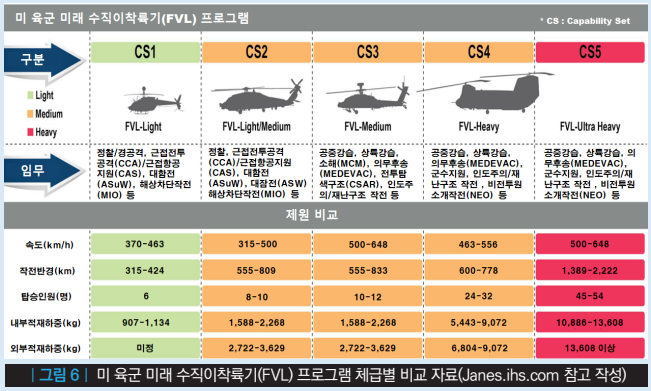
| 그림 5 | 플라잉 카 개념의 Agility Prime 컨셉

그림 5에서 표현된 '플라잉 카' 개념의 Aglity Prime 프로그램은 전기 자동차 및 하이브리드 기술에 기반한 동력방식을 활용함으로써 수명주기간 운영유지비용을 절감할 예정이다. 또한, 유인/원격/자율운행 능력과 소형/저소음 설계 등을 고려하여 군사용 목적에서 나아가 민간 상용화까지도 염두에 두고 있다.

* Agility Prime 프로그램은 최대 8명의 무장병력이 탑승, 160km/h의 속력을 낼 수 있어야 하며, 물자·인원 수송 및 공중급유 등이 가능해야 한다.

그럼에도 불구하고 Agility Prime 프로그램의 경우 기존 군에서 운용하던 중·대형 헬리콥터 방식의 수송기와는 개념적 차이가 있기 때문에, 중·대형 수직이착륙기를 활용한 공군의 공수작전 수행에 있어서는 이를 대체할 수 있는 선택지가 필요한 상황이다.

미 육군이 준비하는 차세대 헬기는 현재 운용 중인 25종 약 6,600개의 플랫폼을 간소화하여 사업별 5종(CS1(소형)~CS5(초대형))의 체급이 제안되었다. 현재는 퇴역한 OH-58D의 공백과 UH-60의 대체를 위해 FARA와 FLRAA에 집중하고 있다.


미 육군 미래 수직이착륙기(FVL) 프로그램 * CS : Capability Set

구분	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
Light / Medium / Heavy	FVL-Light	FVL-Light/Medium	FVL-Medium	FVL-Heavy	FVL-Ultra Heavy
임무	정찰/경공격, 근접전투 공격(CCA)/근접항공 지원(CAS), 대함전(ASuW), 해상차단작전(MIO) 등	정찰, 근접전투공격(CCA)/근접항공지원(CAS), 대함전(ASuW), 대잠전(ASW) 해상차단작전(MIO) 등	공중강습, 상륙강습, 소해(MCM), 의무후송(MEDEVAC), 전투탐색구조(CSAR), 인도주의/재난구조 작전 등	공중강습, 상륙강습, 의무후송(MEDEVAC), 군수지원, 인도주의/재난구조 작전, 비인투원 소개작전(NEO) 등	공중강습, 상륙강습, 의무후송(MEDEVAC), 군수지원, 인도주의/재난구조 작전, 비인투원 소개작전(NEO) 등

제원 비교

	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
속도(km/h)	370-463	315-500	500-648	463-556	500-648
작전반경(km)	315-424	555-809	555-833	600-778	1,389-2,222
탑승인원(명)	6	8-10	10-12	24-32	45-54
내부적재하중(kg)	907-1,134	1,588-2,268	1,588-2,268	5,443-9,072	10,886-13,608
외부적재하중(kg)	미정	2,722-3,629	2,722-3,629	6,804-9,072	13,608 이상

| 그림 6 | 미 육군 미래 수직이착륙기(FVL) 프로그램 체급별 비교 자료(Janes.ihs.com 참고 작성)

그림 6은 Jane's에서 FVL 프로그램에 관한 임무, 제원 등을 비교한 자료를 각색한 내용이다. 체급별 단순화/표준화 된 플랫폼을 제공함으로써 운영유지 비용을 효율화하고, 속도/작전반경/적재하중의 증가를 모색하고 있는 점을 확인할 수 있다.

이중 CS1이 앞서 언급한 FARA 프로그램에 해당하며, CS3가 FLRAA 프로그램에 해당한다. 한편, 미 해군은 MH-60 시호크 교체를 위한 CS2를 추진하고 있다.

약어표

1. ASuW : Antisurface Warfare
2. ASW : Antisubmarine warfare
3. CAS : Close Air Support
4. CCA : Close Combat Attack
5. CSAR : Combat Search And Rescue
6. MCM : Mine Countermeasure
7. MEDEVAC : Medical Evacuation
8. MIO : Maritime Interdiction Operation
9. NEO : Non-Combatant Evacuation Operation

국방기술품질원 항공기술팀
연구원 안진우 / ajwg0215@dtaq.re.kr

출 처

1. US Air Force considers adopting the Army's Future Vertical Lift program, defensenews.com, 2020. 7. 9.
2. Future Vertical Lift, army.mil
3. sikorsky's Raider X(FARA) & sikorsky- Boeing's SB>1 Defiant(FLRAA), lockheedmartin.com
4. Bell's 360 Invictus(FARA) & V-280 Valor(FLRAA), bellflight.com
5. Future Vertical Lift Options, janes.ihs.com
6. 미 육군이 준비하는 차세대 헬기는?, 아시아경제, 2020. 6. 20.

PART 03 _ 벤처기업 기술현황

항공기 디스플레이 장치용 비반사 윈도우 기술

㈜사이언 / 대표이사 유창한
대전국방벤처센터 협약기업
전화번호 042-863-1171
홈페이지 https://www.psiondsp.com
주 소 [34025] 대전광역시 유성구 테크노2로 199 415호

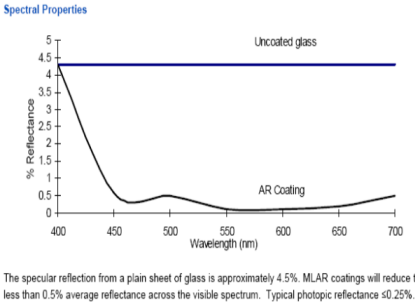
01 주요 개발 현황

항공기 조종석의 항법이나 비행정보를 표시해주는 계기는 항공기와 조종사 사이를 연결해주며 'Man - Machine Interface' 기능을 수행하는 중요한 장비이다. 이러한 디지털 계기의 시인성 향상은 안전비행의 중요한 요소이며, 이를 위해 외부광을 단속하는 비반사 기능이 필요하다. 비반사 윈도우는 디지털 계기 앞에 설치되어 외부광을 흡수함으로써 조종사가 계기의 정보를 정확하게 판독할 수 있도록하여 안전한 비행을 가능하게 한다.

가. 비반사(Anti-Reflective) 코팅 기술

㈜사이언은 빛이나 파장이 서로 다른 매질의 경계면을 지날 때 입사되는 빛에 특정한 함수관계를 갖는 유전체 물질을 윈도우에 조합·적층·도포하여 매질 간의 경계면에서 외부로 반사되는 정도를 줄여 투과율을 높이는 코팅기술을 보유하고 있으며, 이를 통해 조종사의 안정적인 시인성 확보를 가능하게 할 수 있다.

항공용 지시계기



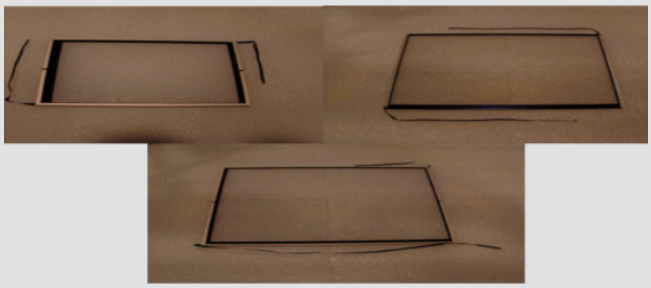
비반사 코팅과 비코팅 간의 반사율 비교

나. 전자파 차폐 코팅기술

㈜사이언은 EMI 차폐를 위한 윈도우 기술도 보유하고 있다. 보유하고 있는 차폐 윈도우 기술은 저저항 도전막을 형성하여 높은 투과율을 가진 투명도전막을 사용하여 흡수율을 낮추는 것이며, 이 외에도 굴절률을 고려한 매칭가능 물질, 두께, 적층방법에 대한 기술도 보유하고 있다.

다. 저온 히터기능

항공기의 디지털 계기는 영하 30℃ 이하의 저온조건에서 영상을 시현하는 LCD 패널의 액정(Liquid Crystal)부분에 의해 화면이 정상적으로 지시되지 않는 문제가 있다. 이를 해소하고자 윈도우에 열을 발생시켜 LCD 패널이 정상적으로 작동하도록 하는 저온 히터 적용기술도 보유하고 있다.



비반사 윈도우 제품

02 회사소개

㈜사이언은 2005년에 설립되어 항공용, 해상용, 지상용 모니터에 적합한 기술을 보유하여 모니터를 개발, 제조하는 기업이다. 또한, 방산용 디스플레이에 대한 지속적인 연구개발을 진행 중이며, 품질관리 및 고객만족 충족, 부품 국산화 연구 등에 많은 노력을 기울이고 있다. 관련 인증은 AS9100D, ISO9001, KTSO을 보유하고 있다.

㈜사이언은 방산 부품 전문제작 업체로써 양질의 통합적인 솔루션을 제공할 수 있는 기업이다.

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

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