

## 전자광학특화연구센터



金 忠 基

전자광학특화연구센터 소장  
한국과학기술원 전기전자공학과 교수  
공학 박사

전자광학 기술분야의 선진국들이 다른 나라로의 기술이전에 인색한 이유는 이러한 기술이 현대 국방력을 결정하는 중요한 요소로 작용하기 때문이다. 이와 같이 선진국으로부터의 기술이전을 기대하기 어려우므로, 국내에서의 연구가 절실히 요구되는 이 때에, 본 센터의 연구가 성공적으로 수행된다면 국방력 증강에 크게 기여할 것으로 확신하며, 전자광학 관련 장비의 수입대체 효과를 이룰 수 있다.

뿐만 아니라, 이러한 기술과 관련된 장비의 세계 시장이 매년 급격히 증가하고, 이러한 장비는 대단히 부가가치가 높은 산업으로 수출을 통해 국가 경제 부흥에 기여할 수 있다고 생각한다.

### 전자광학특화연구센터의 설립 취지와 역할

**전** 자광학은 전자공학과 광학을 접속시키는 분야이다. 전자광학은 산업현장, 의료분야 및 국방과학 분야 등 광범위한 분야에서 핵심적 역할을 하는 기술이다.

전자광학특화연구센터는 열영상, 광섬유 센서 및 자유전자 레이저와 관련된 첨단 핵심 기술에 대한 기본 기술을 구축하고, 산학연 협동으로 전문 인력의 양성은 물론, 국방 과학의 첨단 기술에 대한 국내 독자 개발 능력을 확보하고, 나아가 군용 장비의 해외 의존도를 낮추어 자주 국방에 기여함을 목적으로 국방과학연구소를 통한 국방부의 지원을 받



지난해 2월 종합발표회에서 전시된 전자광학특화연구센터의 연구결과물을 살펴보는 참가자들

아 지난 '94년 12월에 설립되었다.

본 센터의 임무는 미래 정밀 무기 체계에 연계될 핵심 기술/핵심 부품을 위한 기초 기술 및 응용 연구를 수행하며, 민·군겸용기술 혁신과 고급 국방 과학 기술 인재를 양성하는 것이다.

그리고 상호 관련된 기초 연구 과제간 연계성을 유지, 연구 수준을 향상시키고, 국제 공동 연구를 통해 첨단 기술을 획득, 발전시키고자 한다.

전자광학 분야는 군사적인 목표를 생각하면서 기술개발을 시작하여 발전을 거듭하여 왔지만 최근에는 민수용으로의 응용분야도 크게 늘어났다.

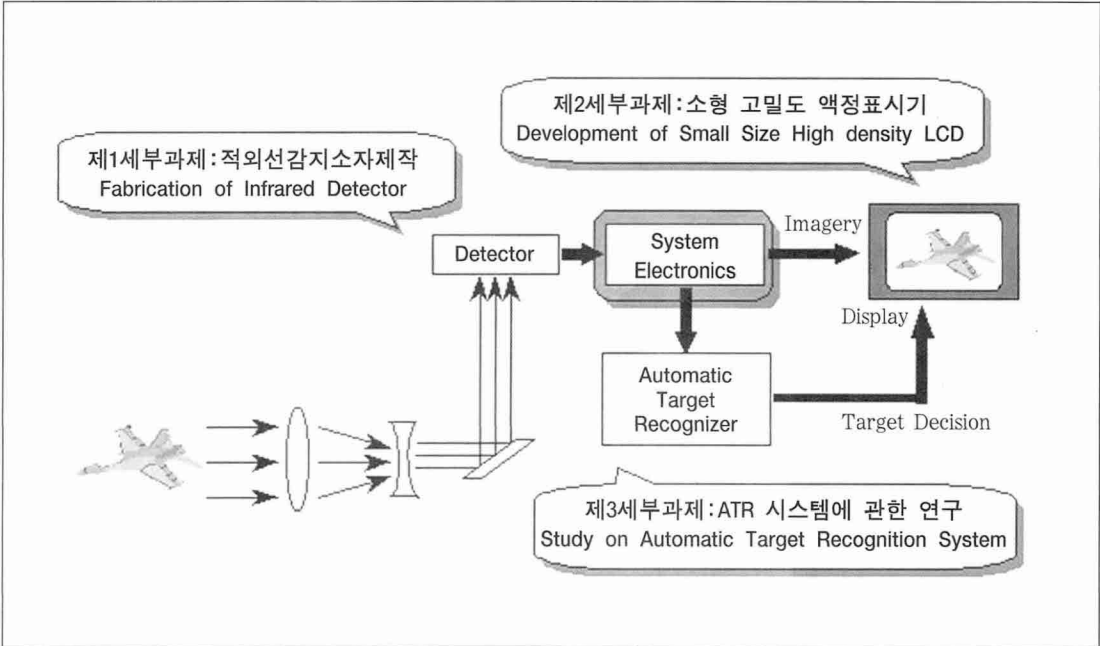
의료용으로는 병의 조기 진단과 암치료 목적으로 사용되고, 기상관측, 방사선 폐기, 고성능 액정소자, 자이로스코프, 어군 탐지기 등 응용분야가 무한히 증가하였다. 이와 같이 전자광학 기술의 응용분야가 증가하고, 기술의 중요성이 증대됨에 따라 전자광학 관련 장비 및 기술의 수입이 크게 증가하고 있다.

따라서 본 센터의 연구과제 목표들이 성공적으로 수행된다면 전자광학 관련 장비의 수입대체 효과를 이룰 수 있다. 뿐만 아니라, 이러한 기술과 관련된 장비의 세계 시장이 매년 급격히 증가하고, 이러한 장비는 대단히 부가가치가 높은 산업으로 수출을 통해 국가 경제 부흥에 기여할 수 있다고 생각한다.

전자광학 분야의 연구가 국방에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 열영상 장치가 군사적으로 활용되는 분야는 야시경, 목표물 탐색기, 독가스 감지, 미사일의 목표물 추적장치 등이 있고 이러한 열영상 장비의 중요성은 걸프전에서도 잘 입증되었다.

걸프전에서 미군은 이라크가 보유하지 못한 각종 열영상 장비를 효율적으로 활용함으로써 미군의 희생을 최소화 하면서 이라크를 재압할 수 있었다는 것이 지배적인 견해다.

열영상 연구실 연구개요도



또한 광섬유 센서를 이용한 자이로스코프는 항법 및 제어, 예를 들어 항공기의 관성항법 장치와 무기 체계의 플랫폼용 stabilization 등의 핵심 부품이며, 고출력 자유전자 레이저는 상대방 미사일을 무력화할 수 있다.

전자광학 기술분야의 선진국들이 다른 나라로의 기술이전에 인색한 이유도, 이러한 기술은 현대 국방력을 결정하는 중요한 요소로 작용하기 때문이다. 이와 같이 선진국으로부터의 기술이전을 기대하기 어려우므로, 국내에서의 연구가 절실히 요구되는 이 때에, 본 센터의 연구가 성공적으로 수행된다면 국방력 증강에 크게 기여할 것으로 확신한다.

**전자광학 특화연구센터 조직과 연구분야**

전자광학특화연구센터는 열영상, 광섬유, 레이저 등 3개의 연구실로 분류되어 연구를 수행하고 있으며, 한국과학기술원을 중심으로 전북대, 경희대, 한

국원자력연구소 등 4개 기관에서 100여명의 연구원이 센터의 연구에 참여하고 있다.

● 열영상 연구실

열영상 연구실은 물체가 발생하는 적외선을 감지하여 높은 감지도와 높은 해상도를 가진 열영상 시스템의 핵심 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

장파장(8~12 $\mu$ m) 적외선을 감지하기 위한 HgCdTe 적외선 감지소자 제작에 대한 연구를 수행하고 있으며, 열영상 시스템의 군사적 활용에 적합하도록 고정밀화, 경량화, 저소비전력화를 위한 소형 고밀도 액정 표시기에 대한 연구를 수행하고 있다.

또, 표적으로부터 획득한 적외선 영상을 자동으로 인식, 추적하기 위한 Automatic Target Recognition(ATR) 시스템에 관한 연구를 맡아 수행하고 있다.

적외선 감지소자 제작기술에서는 HgCdTe 128×1 배열의 적외선소자 제작 기술을 확립하고, 이를 (주)한국전자에 제작기술을 전수하였고, 수소화 공정에 의한 새로운 접합형성 기술을 개발하였으며, 인듐범프 형성기술과 CMOS 전류거울로 구성된 신호취득회로는 대한민국 특허출원 중에 있다.

소형 고밀도 액정 표시기 기술 개발에서는 ECR N2O-플라즈마 산화막을 사용하여 poly-Si TFT의 성능과 신뢰성을 향상시켰으며, PR reflow를 이용한 자기정렬 offset를 가지는 poly-Si TFT를 개발하고, poly-Si TFT 모델이 포함된 시뮬레이션툴을 개발하였으며, 8bit 디지털 데이터 드라이버를 내장하고 256K 화소를 갖는 1.4-inch 크기의 다결정 실리콘 TFT-LCD를 설계하였으며, 액정표시기용 디지털 구동회로는 대한민국 특허출원중에 있다.

ATR 시스템에 관한 연구에서는 적외선 영상 기반의 이동물체를 검출하고 추적 및 인식할 수 있는 기술을 개발하였으며, (주)세명정보기술에 이동물체 검출기술을 전수하고, 디지털 원격감시 시스템을 공동으로 개발하고 있다.

● 광섬유 연구실

광섬유 연구실의 주 연구분야는 여러 가지 형태의 광섬유 자이로스코프 개발과 이와 관련된 소자의 개발이다.

본 연구실은 한국과학기술원 물리학과를 중심으로 하여, 한국과학기술원 전기 및 전자공학과, 경희대학교 전자공학과, 전북대학교 물리학과 등 총 4개의 그룹으로 이루어져 있으며, 5명의 교수와 20여명의 대학원생 등이 연구를 수행하고 있다.

또한 연구결과를 상용화하기 위해 국방과학연구소 및 기업체와의 공동 연구를 도모하고 있다.



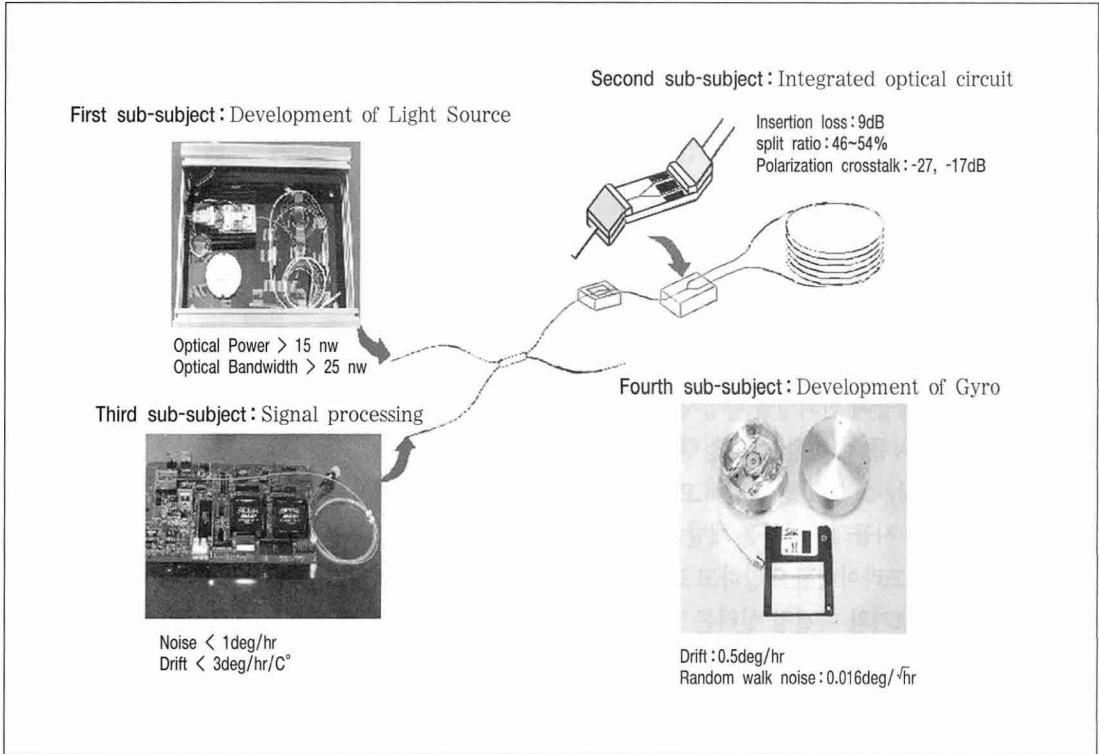
본 연구실에서는 광섬유 자이로스코프 시스템을 구성하는 주요 부분, 즉 LiNbO<sub>3</sub> 자이로칩, 개회로 및 폐회로 신호처리기, 광섬유 광원의 개발을 각각 담당하고 있으며, 또 자이로를 구성하는 각종 광섬유 소자의 제작 기술 개발과 중급 광섬유 자이로스코프의 최적 설계 인자 도출을 위한 연구를 수행하고 있다.

그 밖에도 독자기술 개발의 취지에서 신형 레이저 광섬유 자이로스코프, 폴리머 광도파로 소자 등의 연구도 수행하고 있다.

그 동안의 연구로 편광유지 광섬유 방향성 결합기(편광 소광률 ~ -20dB, 삽입손실 ~ 1dB), 표면 플라즈몬 광섬유 편광기(편광 소광률 ~ -30dB), 광섬유 위상변조기(비선형 변조 효과 제거) 등 각종 광섬유 소자의 제작 기술을 확립하였고, 자이로스코프의 각종 오차 요인을 분석하고 그 제거기법도 도출함으로써 1deg/hr 급의 광섬유 자이로스코프를 구현하였다.

특히 광섬유 소자의 제작 기술(방향성 결합기, 편광 스크램블러, 편광조절기 등)은 참여 기업에 의하여 상용화되어 수출되고 있다. 집적 광학 소자 개발에서는 삽입손실 -6dB의 LiNbO<sub>3</sub> 자이로칩을 개발하였고, 폴리머 광도파로를 이용한 광강도 변조기

## 광섬유 연구실 연구개요도



및 편광기 제작기술을 확보했다.

신호 처리 개발에서는 Drift ~ 0.2deg/hr/°C 급의 ADPT 신호처리 및 Noise ~ 3.4deg/hr/sqrt Hz, Drift ~ 0.3deg/hr/°C 급의 Digital Serrrodyne 신호처리의 개발에 성공하였다.

광섬유 광원 개발에서는 광원 잡음 소거에 의해 SNR을 13.5dB 개선했으며, 증폭기형 광원(FAS)방식에서 안정화 방식을 개발하였다. 현재 안정화 및 최적화를 위한 특성 시뮬레이션 중이다.

광섬유 연구실은 앞으로 시스템 구현 연구보다는 미래지향적인 핵심부품 개발 연구에 중점을 두면서 연구를 진행할 예정이다.

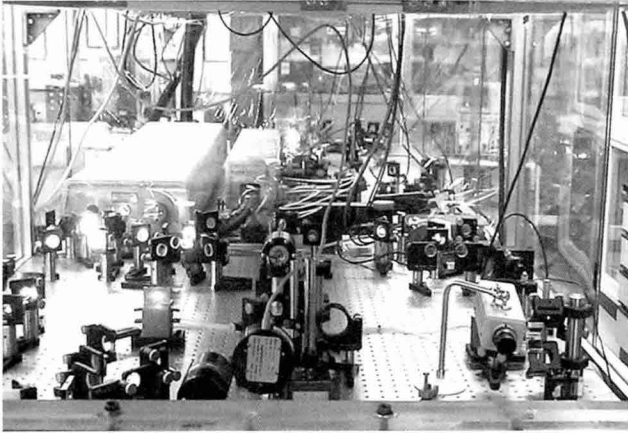
### ● 레이저 연구실

레이저 연구실은 고출력 레이저, 특히 자유전자

레이저의 핵심부품 기술을 연구 개발하고 있다. 자유전자 레이저는 평균출력 뿐만 아니라 순간 출력도 동시에 높일 수 있는 레이저로서 군사용, 의료용, 산업용으로 널리 쓰일 것으로 기대되고 있는 레이저이다.

고출력 적외선 레이저의 실현을 위해서는 고전류 광전자 발생을 위한 광음극 레이저, 발생된 광전자를 가속하기 위한 광전자총과 고주파 가속기, 전자의 운동에너지를 광에너지로 변환시키는 언듈레이터가 필요하다.

레이저 연구실에서는 피코초 레이저기술을 이용하는 광음극 레이저 개발과 이를 이용한 고전류 광전자 발생 연구(한국과학기술원), 고주파 광전자총 및 영구자석과 전자석으로 구성된 고자장 언듈레이터 기술 개발을 집중적으로 수행하고 있으며한



국원자력연구소), 실험적인 연구를 보완하기 위해 자유전자 레이저의 이론적 연구와 전산 시뮬레이션 연구를 수행하고 있다.

주요 연구성과로는 고반복 광음극 레이저를 개발하였고, 극초단 펄스의 증폭 기술 개발 및 고출력 레이저 펄스에 의한 광 검출기의 표적 손상 효과 연구를 수행하였다.

고반복 광음극 레이저 개발에서는 레이저 다이오드로 펌핑된 Nd:YLF 레이저 공진기에 위상 변조기를 삽입하여 3차 조화 모드록킹을 발생시켜 1GHz의 반복률을 얻었다.

제작한 시스템에서는 RF synthesizer가 필요 없이 자체 구동 발전하며, 최대 평균 출력 250mW, 펄스 폭은 6.5ps에서 25ps였다. 극초단 증폭기술은 CPA 기술을 활용하였다.

APM Nd:YLF 레이저에서 발생한 1.7ps의 레이저 펄스를 펄스 폭 확대장치에서 170ps까지 확대시키고, 재생증폭기에서 15 ~ 30mJ까지 증폭시킨 후 직경이 각각 8밀리와 20밀리인 Nd:glass에서 에너지를 2J 이상으로 증폭시키고 회절격자쌍으로 구성된 펄스 폭 압축장치에서 2ps까지 압축하였다.

단일펄스 및 펄스 열에 의한 표적손상 효과 연구에서는 Si 광 다이오드에 대하여 10ns 펄스 폭의 Q 스위치 Nd:YAG 레이저 펄스의 2차 조화파와

200ps의 Ti:Sapphire 레이저를 이용한 단일 펄스 손상 효과와 100MHz, 1GHz 광음극 레이저를 이용한 펄스열에 의한 손상 효과를 연구하였다.

손상 효과로서는 표적면의 외형적인 변화, 광 다이오드의 입사광에 대한 출력 특성 변화, 역바이어스 전압에서의 암전류 특성 변화를 비교하였다.

고출력 자유전자레이저 개발 과제에서는 레이저빔 무기체계에 이용될 고출력 적외선 자유전자레이저(FEL : Free Electron Laser)의 핵심 요소기술을 개발하였다.

전자빔 회수형 고주파 가속기를 사용하는 100kW급 적외선 자유전자레이저의 개념 설계를 수행하였다. 전자빔의 에너지는 100MeV이고 평균전류는 100mA이다.

전자빔 궤적과 FEL 발전기 시뮬레이션 결과 자유전자레이저 시스템의 평균 출력이 100kW를 상회함을 확인하였다. 개발된 undulator의 주기는 70밀리이고 gap 간격은 40밀리이며, 자기장의 세기를 1.5~3kG까지 조절할 수 있다.

본 연구에서 개발된 undulator는 undulator의 주 코일에 인가하는 전류값을 변화시킴으로써 자기장 세기를 변화시킬 수 있기 때문에 크기가 작으면서도 빠른 시간 안에 레이저빔의 파장을 변화시킬 수 있다.

Undulator 자기장 세기의 오차는 본 연구의 요구 사양을 충분히 만족시킬 수 있는 0.5% 이하의 값이 되도록 설계하였다. 고회도 대전류의 광전자빔을 얻기 위해 Cs<sub>2</sub>Te 광음극 증착장치를 제작하고 Cs<sub>2</sub>Te 광음극을 제작하여 전자빔 발생실험을 수행한 결과 2.9%의 광음극 효율을 얻었다.

레이저 연구실에서는 앞으로 고출력 화학레이저와 관련한 핵심기술에 대한 연구를 수행할 예정이다. 防