

레이저의 최신 기술

김 옹

연세대학교 물리학과

Recent progresses in laser technology

KIM, UNG

Department of Physics, Yonsei University

제 1 장 서론

급세기 후반에 있어서 과학기술의 최대 발견이라면 반도체 기술과 레이저 기술을 들 수 있을 것이다. 1960년 루비 레이저가 Mainman에 의해 처음 발전에 성공한 이래 30년이란 세월이 지난 오늘날 레이저 관련 기술은 괄목할만한 발전을 거듭하여 과학 기술 분야에서는 물론 여러 산업기술 분야에서 다양하게 응용되고 있다. 의학·생물 분야에서도 80년에 들어서면서 레이저 응용이 활발해지고 있다.

레이저 자체에 대한 연구는 물론이요 그 응용 기술 연구가 오늘날에도 활발히 수행되고 있는 이유는 레이저 기술이 갖고 있는 다양한 잠재성에 있다고 할수 있고 레이저 기술을 주축으로 하는 광기술과 반도체기술이 앞으로의 첨단산업을 이끄러 갈 것이라는 것이 세계 전문가들의 일치된 전망이다.

제 2 장 레이저의 특성과 응용분야

잘 알려진바와 같이 레이저 빛은 종래의 빛과 달리 유도 방출(Stimulated emission of Radiation) 이라는 특유한 과정을 거쳐 생성되기 때문에 여러가지 특유한 특성을 갖고 있다. 단색성(Monochromacy), 지향성(Directionality), 고휘도(Brightness), 공간섭성(Coherency) 등에서 종래의 빛에 비하여 뛰어난 특성을 지니고 있다. 이러한 레이저 고유의 특성을 이용하면 종래의 빛으로는 불가능 하였던 여러가지 응용이 가능하며 현재 응용되고 있는 분야를 대략 다음과 같이 요약할 수 있으며 이

응용분야는 앞으로 계속 늘어날것이다.

- 계측(측정)분야
- 광통신 및 정보 산업 분야
- 가공 및 광화학 분야
- 의학 및 생물 분야
- 플라즈마 분야
- 분광학 및 광산란 분야
- 군사적 응용 분야

제 3 장 레이저 기술의 최신 동향

지난 수년간도 새로운 레이저의 개발을 위시하여 레이저 관련기술분야에는 많은 연구개발이 수행되어 근년에는 광자공학(Photonics)이란 새로운 기술영역이 등장하기에 이르렀다. 이제 근년에 이 기술 분야에서 일어나고 있는 몇가지 중요한 지표들을 간단히 소개하고자 한다.

(1) 고출력 레이저

고출력 레이저의 개발은 특히 에너지 개발 응용 연구와 밀접한 관계를 갖고 발전되어 왔다. 1970년대에 들어와서 레이저를 이용한 관성압축(inertial confinement)를 통한 핵융합의 타당성이 물리적으로 입증되면서 선진 여러나라에서는 레이저 출력의 증대를 위한 기술개발이 극적인 차원에서 적극적으로 추진되어 이 분야에 주목할 만한 발전을 이룩하였다.(그림(1)) 이러한 고출력 레이저의 출인은 레이저-플라즈마 상호작용, 초 극한하에서의 물질 상태의 규명과 같은 기초연구에도 크게 공헌하고 있다.

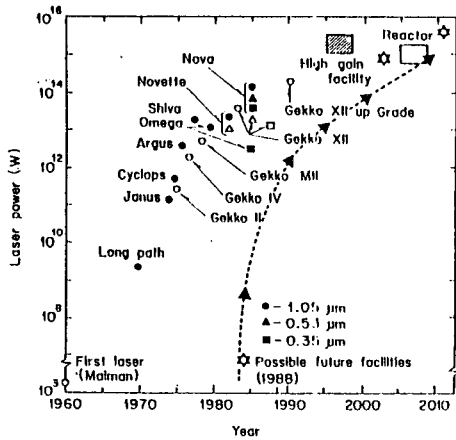


그림 (1) 레이저출력의 증가추세

또 레이저를 이용한 우라늄의 새로운 농축기술이 실용화단계에 들어선 것은 고출력 레이저 개발과 밀접한 관계에 있다고 할 수 있다.

(2) 극초단 레이저 펄스 (Ultra-short laser pulse)

1960년대 중반에 등장한 Q-switching, 모드 동기 (mode-locking), 동시 모드 동기 (synchronous mode-locking) 기술의 등장으로 극히 짧은 레이저 펄스를 생성할 수 있게 되었고 그 기술이 이제 성숙단계에 있어 nano 초, pico 초영역에서 일어나는 고속 이완 현상을 연구하는 데 크게 공헌하고 있다. 수년 전부터 레이저 펄스의 폭을 femto 초 (10^{-15} 초)로 압축시킬 수 있는 기술이 새로이 개발되어 femto 초 영역에서의 연구가 가능하게 되었다(그림(2))

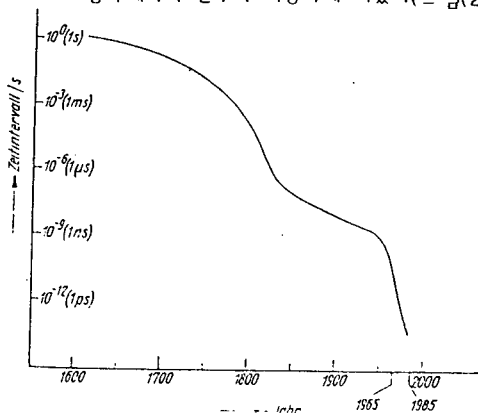


그림 (2) 년도별 광펄스 폭

이러한 초 극단 레이저 펄스의 등장은 고속 광 펄스 측정기술의 발전을 가져왔고 고속 광소자의 개발을 비롯하여 광 통신기술에도 혁신적인 영향을 가져오게 된 것이다.

(3) 자외선 레이저

루비 레이저가 발전에 성공한 이래 자외선으로 부터 가시영역, 근적외선, 원적외선에 이르는 광범위한 파장영역에서 레이저 발전이 가능하게 되었다. 특히 가시영역과 근 적외선 영역에서는 색소 레이저 (dye laser), Ti Sapphire 레이저와 같은 광대역 파장 가변 레이저가 실용화되어 벌써 오래전부터 거의 모든 광 파장영역에서 레이저를 이용할 수 있게 되었다. 그러나 자외선 영역에서는 산업계의 요구를 충족할만한 출력이 크고 안정성 있는 레이저의 개발이 지연되어 왔다. 약 10여년 전부터 자외선 영역에서 발전하는 Excimer 레이저가 출현하여 그동안 많은 연구개발이 이 분야에 집중되어 ArF, XeF, KrF 등 출력이 수 100mJ에 반복율이 우수한 Excimer 레이저들이 개발되어 실용화단계에 들어서고 있다.

(4) 레이저 가공

현재 레이저의 산업적 응용에서 가장 많이 보급되고 정착화되고 있는 분야의 하나로써 레이저 가공을 들 수 있다. 1970년 중반부터 금속, 비금속의 절단, 천공, 용접, 표면처리, 마킹 등에 레이저 가공이 실용화되기 시작하여 재료가공의 특수한 분야에서 효율적으로 이용되고 있다. 레이저가 다양한 가공능력을 갖고 있다는 점에 착안하여 레이저 작동 공작 통합장치 (laser integrated flexible manufacturing) 가 여러 선진국에서 개발되어 시험가동중에 있다.

이러한 제재식의 레이저 가공은 그 근본에 있어 레이저를 강한 열원으로 이용하는데 반하여 단일 파장의 광자를 선택적인 광화학 반응에 이용하여 광화학적 가공 (photo-chemical processing)에 이용하는 새로운 레이저 가공 기술이 근년에 크게 각광을 보이고 있다. 레이저 CVD (Chemical Vapor Deposition) 가 그 대표적인 예라 할 수 있다. 또 최근 Excimer 레이저의 자외선광자를 이용한 레이저 ablation도 새로운 레이저 가공 기술분야라 할 수 있다.

(5) 비선형 광학

레이저의 높은 에너지 밀도와 Coherency를 통한 빛과 물질계와의 강력한 상호작용을 연구함으로써, 여러가지 물질들의 비선형 광학적 현상들이 최근 밝혀지게 되었다. 특히, 1970년도 말에는 반도체의 비선형 광학적 성질이 속도가 매우 빠른 광스위처, 광메모리, 광정보처리등에 직접 응용될 수 있다는 가능성이 알려짐에 따라, 이 분야에 대한 기초연구는 물론 응용연구가 근년 혁신적인 연구과제로 대두되고 있다. 현재 비선형광학의 응용 및 비선형신소재 개발은 선진국의 경우 가장 활발히 진행되고 있는 연구분야 중의 하나로 자리잡고 있으며, 여지없이 비선형광학의 연구결과들이 광통신을 비롯한 많은 분야에 응용될 것으로 기대되고 있다.

(6) 생 의학적 응용

레이저가 등장하고 얼마 안 가 1960년대 초반에 벌써 안과용 레이저 용고기(Coagulator)가 등장하여 사개의 주목을 받았고 1970년대에 레이저 수술기의 등장으로 레이저의 의학에의 응용이 널리 알려지게 되었다. 우리나라에서도 1980년대에 들어서면서 여러가지 레이저 수술장치들이 많이 도입되어 의료에 사용되고 있다. 선진국에서는 진단이나 치료에 레이저 기술이 광범위하게 응용되고 있을 뿐만 아니라 레이저 기술의 응용 가능성 때문에 생의학의 기초연구에 레이저가 광범위하게 응용되고 있다.

암치료 연구에서 Photodynamic therapy 분야의 연구는 레이저 응용의 하나로써 큰 기대를 모으고 있다. 이 분야의 연구는 의학, 생물, 화학, 물리학 등 여러분야의 전문인력이 공동으로 협조하는 학제간 연구노력이 요구되는 대표적인 연구분야라 할 수 있다.

(7) 군사적 응용

거리 측정, 표적 파괴, 레이저 레이다 등 여러가지 군사적 목적으로 연구개발이 단년간 계속되고 있다. 그 구체적인 연구성과나 기술에 대해서는 아직 많은 것이 공개되어 있지 않고 있지만 지난 중동전쟁 때 미사일 요격에서 그 실용적 위력이 알려지고 있어 이 분야에서의 연구성과는 상당한 수준에 도달하고 있을 것으로 추정된다. 이와 같은 총력식 무기 응용에서는 물론이지만 우주시대에 대비하여 수행되고 있는 미국의 SDI(Strategic Defense Initiative)에서

그 향상되는 기술의 하나로 레이저 기술이 주목되고 있다.

(8) 광 컴퓨터

차세대의 컴퓨터로서 현재의 컴퓨터보다 훨씬 속도가 빠른 광 컴퓨터를 실현해 보자는 "꿈"을 현실화하기 위하여 많은 레이저 전문가들이 이 분야의 연구에 몰두하고 있다. 광 컴퓨터 체계 개발, 광 연산 소자와 광기의 소자의 개발에 관련된 기초 및 응용연구가 현재 빡세게 진행되고 있다. 광 컴퓨터가 언제 실현될 것인가에 대해서는 아직 정답할 수는 없으나 21세기에는 이 꿈이 이루어질 것으로 전망된다.

(9) 광 섬유

광섬유를 이용한 광통신 기술은 전화선 및 전자기환경치 등의 예에서 알수 있듯이 이미 실용화 단계를 넘어섰고 그 효율성과 경제성을 높이기 위한 기술개발이 계속되고 있다. 광섬유가 등장하면서 광섬유를 이용하는 여러가지 감지 기술들이 체계적으로 개발되고 있어 광 센서기술이 독자적인 기술분야로서 정착되고 있다. 광 집적회로(Opto-Electronic Integrated Circuit; OEIC) 분야의 연구는 광통신, 광센서 분야 뿐만 아니라 앞으로 광 산업전반에 걸쳐 크게 변화를 줄 수 있는 중요한 과제라 할 수 있다.

제 4 장 맺는 말

이상 살펴본 바와 같이 레이저 및 그 관련연구는 이것이 갖고 있는 폭넓은 응용잠재력 때문에 앞으로 활발히 지속될 것이 틀림없다. 레이저와 관련되는 학문분야는 기초과학, 응용공학 그리고 생의학에 이르는 자연과학 전 분야를 총망나하고 있다. 앞으로 이 분야에서의 획기적인 발전은 여러 학제간의(Interdisciplinary) 체계적이고 유기적인 연구에서 비롯되리라 생각된다. 특히 레이저 응용에 있어 가장 주목되는 분야가 앞으로 생의학 분야에 있다 생각된다. 우리나라에서는 아직도 이 분야에 대한 연구가 미진한 상태에 있는 것이 사실이지만 여기에 대한 관심이 상당히 고조되고있는 시점에 와 있다고 판단된다. 가까운 장래에 관련되는 여러 분야의 전문가들이 함께 하는 연구모임이 마련되어 우리나라에서도 이 분야에서의 연구활동이 태동

되고 활성화되기를 바라는 마음 간절하다.

참 고 문 헌

1. 과학기술처, KSR-88-33-IR, " 레이저 응용
기술 개발을 위한 사전조사 연구", 표준연구소
1988.
2. Hermann/Wilhelmi, " Laser für ultrakurze
Lichtimpulse" (Akademi Verlag, Berlin
1984).
3. The engineering staff of Coherent, Inc.
" Lasers" (McGraw-Hill Book Co. New York
1980).
4. John F. Ready, " Industrial Applications
of Lasers"(Academic Press, New York 1978).
5. The Laser Society of Japan, The Review
of Laser Engineering Laser 30 years
Memorial, 1991 January.