

# 電力産業用 레이저 開發動向

이 주 회

(경희대 공대 전자공학과 교수)

## 1. 概 況

레이저가 開發된 後 4半世紀의 歷史를 가지게 되면서 매우 高級의 科學技術道具로 普級되기 始作하였고 또한 21世紀 産業을 主導하기 위한 研究開發은 매우 活潑하다. 다음의 世紀는 光産業으로 代替된다는 것이 確實한 展望下에서 보면 에너지技術의 集約體인 電力産業의 레이저 技術應用은 매우 큰 比重을 點할 것으로 展望된다. 현재 까지 人類가 保有한 에너지 중에서 가장 指向性이 우수하고 單色性인 coherence한 것이 레이저라는 것으로 이의 實現 可能性은 說明된다. 具體的으로 레이저 核融合發電 레이저 同位體分離, 레이저 加工 및 레이저 材料創製, 레이저 計測 또는 레이저情報傳送등의 一連의 研究開發은 이의 實現에 挑戰하는 過程이다. 이와같은 研究開發의 結實은 結果的으로 에너지産業의 中核으로서 役割을 다할 것으로 본다.

最近, 國內에서 레이저關聯分野의 研究開發의 霧圍氣는 어느때 보다 高調되기 始作하여 大學과 國策研究機關에서 많은 論文들이 發表되고 있고, 또한 이의 編數는 每年 增加 傾向에 있다. 1988年중 開催된 比較的 큰 規模의 學術會議는 <表-1>과 같다. 또한 國內大學에서 레이저專攻의 碩士·博士는 每年 數十名씩 배출되고 있고, 國外에서 優秀한 레이저 專攻의 科學者들이 귀국을 하고 있는 現實을 감안할때 數年以內에 우리나라의 레이저技術은 先進國의 水準에 進入될 것으로 展望된다.

本稿에서는 이와같은 國內外的 霧圍氣를 記述하고, 電力産業용으로 代替될 레이저技術의 開發課題와 최근 注目을 받고 있는 大出力레이저 裝置의 開發動向을 略述하

고저 한다. 더욱기 레이저 發振은 주로 電氣 에너지의 注入으로 實現되는 關係로, 레이저開發에 電氣工學이 寄與하는 持分은 매우 높으므로 外國처럼 많은 電氣工學專門家들이 이에 參與하고 또한 先導해야 한다는 것을 強調하고저 한다.

## 2. 레이저技術의 開發課題

레이저는 時間的·空間的인 制御性이 매우 優秀한 빛이므로 高度의 電子工學技術과 結合하므로서 情報分野에서는 새로운 技術革新을 이루고 있다. 또한 指向性和 매우 單色の 強力光線이므로 에너지利用의 側面에서 매우 큰 에너지를 한곳에 集中하거나, 原子 또는 分子의 特定한 에너지 準位를 勵起할 수 있으므로 전혀 새로운 物質處理法을 實現할 수 있을 것으로 期待된다.

電力産業은 에너지의 生産, 傳送, 配分등의 直接的인 에너지 關聯技術외에 에너지 利用의 效用度를 向上시키기 위한 間接的인 情報關聯技術등의 總合的인 科學技術이다. 따라서 光技術로 代替되거나 일부분에 適用될 수 있는 分野는, 顯在化되기 전까지는 概念的으로 論하게 된다.<그림1>은 光技術 즉 레이저 技術의 利用可能性을 圖示하였다.

그림 1과 같이 廣範圍한 分野에서 需要에 副應하기 위하여 먼저 레이저 裝置의 高性能화와 이의 利用技術의 開發으로 區分할 수 있다. 前者는 레이저의 大出力·高効率化, 레이저 發振의 短波長化, 波長의 可變化, 短펄스化등의 達成으로 目的을 이룩할 수 있다. 後者의 경우는 레이저自體의 開發과 並行하여 레이저光으로 代替하기 위

표 1. 1988년의 主要學術會議 및 論文編數

會議名	日時, 場所	編數	主催機關
제3회 파동 및 레이저 학술회의	1988.2.10 연세대	44	韓國物理學會 大韓電氣學會 大韓電子工學會
'88 國內의 한국과학기술자 학술회의 과학 및 산업 분과	1988.5.11 KAIST	12	한국과학기술단체 총연합회
제5회 광학 및 양자전자학 워크샵	1988.7.15 인하대	24	한국물리학회
88 KIEE Annual conference International Sessions (Optics Quantum Devices)	1988.11.25 육군사관학교	35	대한전기학회

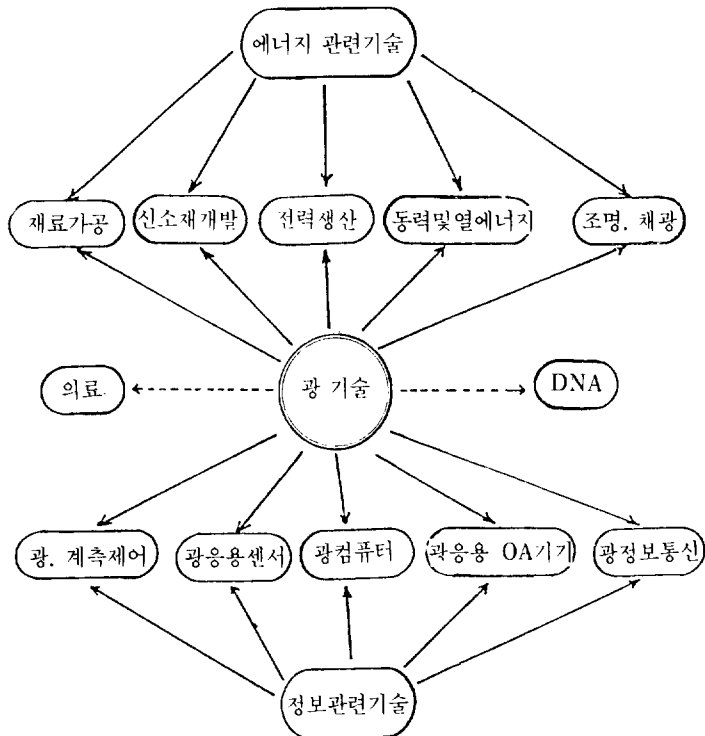


그림 1. 광기술의 이용전망

한 利用프로세스의 解明과 應用技術의 開發에 있다. 이것은 關聯 情報處理技術과 計測·分析등을 包含하는 完全한 시스템化로 開發하므로써 더욱 高性能化 된다.

현재 商業用으로 市販되는 레이저種類는 <表-2>와 같다. 波長範圍는 1000 $\mu$ m~0.152 $\mu$ m에 걸쳐서 分布되어 있고 出力은 mw에서 수십 kw를 펄스 또는 連續發振으로 얻을수 있다. 이와같은 多種類의 레이저중에서 電力産業

의 레이저光 代替에 使用되고 있는 레이저는 매우 制限되어 있고 또한 研究開發分野 역시 原子力分野와 金融材料의 加工 또는 創製등의 極小部門을 對象으로 하고 있다. <表-3>은 電力産業用에 레이저 技術을 利用하는 研究現況이다.

레이저化의 研究에 가장 많이 使用되고 있는 레이저는 CO<sub>2</sub>레이저와 엑사이머 레이저 등이다. 이들 레이저는 大

표 2. 산업용 레이저의 종류

Wavelength, $\mu\text{m}$	Type	Output type and power
0.152	Molecular fluorine ("excimer")	Pulsed, average power to a few watts
0.192	ArF excimer	Pulsed, average power to several watts
0.222	KrCl excimer	Weaker than ArF, pulsed
0.248	KrF excimer	Pulsed, average power to tens of watts
0.266	Quadrupled Nd	Pulsed, under 1 W average power
0.308	XeCl excimer	Pulsed, to tens of W
0.325	He-Cd	CW, a few milliwatts
0.337	Nitrogen	Pulsed, under 1 W average power
0.347	Doubled ruby	Pulsed, under 1 W average power
0.35	Argon or Kr ion	CW, to 2.5 W
0.351	XeF excimer	Pulsed, tens of watts average power
0.355	Tripled Nd	Pulsed, to a few watts
0.3-1.0	Pulsed dye	Pulsed, to tens of watts average (flashlamp pumped)
0.4-0.9	CW dye	CW, to a few watts
0.442	He-Cd	CW, tens of milliwatts
0.45-0.52	Argon ion	CW, milliwatts to tens of watts
0.48-0.54	Xenon ion	Pulsed, low average power
0.51	Copper vapor	Pulsed at several kilohertz, average power tens of watts
0.532	Doubled Nd	Pulsed or CW, to several watts
0.543	He-Ne	CW, under 1 mW
0.578	Copper vapor	Pulsed at several kilohertz, average power to tens of watts
0.628	Gold vapor	Pulsed at several kilohertz, average power to 10 W
0.6328	He-Ne	CW, to about 50 mW
0.647	Krypton ion	CW, to several watts
0.694	Ruby	Pulsed, to a few watts
0.7-0.8	Alexandrite	Pulsed, to several watts average power (CW in lab)
0.75-0.9	GaAlAs diode	CW or pulsed, under 1 W
0.85	Erbium	Pulsed, under 1 W
1.06	Nd-YAG and glass	CW or pulsed, to hundreds of watts
1.15	He-Ne	CW, milliwatts
1.1-1.6	InGaAsP diode	CW or pulsed, milliwatts
1.3	Iodine	Pulsed
1.32	Nd-YAG	CW or pulsed, to a few watts
1.4-1.6	Color center	CW, 100mW
1.523	He-Ne	CW, milliwatts
1.54	Er-glass	Pulsed
1.73	Erbium-crystalline	Pulsed
2-4	Xe-He	CW, milliwatts
2.06	Holmium crystalline	Pulsed
2.3-3.3	Color center	CW, milliwatts
2.6-3.0	HF chemical	CW, or pulsed, to hundreds of watts
2.7-30	Lead salt diode	CW, milliwatt range

3.39	He-Ne	CW, milliwatts
3.6-4.0	DF chemical	CW or pulsed, to hundreds of watts
5-6	Carbon monoxide	CW, to tens of watts
9-11	CO <sub>2</sub>	CW or pulsed, to tens of kilowatts
10-11	N <sub>2</sub> O	CW, tens of watts
40-1000	Far-infrared gas	CW, generally under 1 W, (also pulsed or chopped)

CW=continuous wave 자료: The Laser Guide book(1987)

표 3. 전력산업용 레이저기술 응용 현황

레이저 종류	응용분야	응용현황
HeNe레이저	토목 건축용 기준선 측정	실용
CO <sub>2</sub> 레이저	재료절단가공, 표면처리	실용
CO레이저	레이저 메스 FBR연료재처리때 연료집합체 해체 폐료해체때 생체차폐의 해체	실용및 연구단계 연구단계 연구단계
TEA CO <sub>2</sub> 레이저	레이저 marking 삼중수소동위체분리	실용 연구단계
TEMA CO <sub>2</sub> 레이저	분자법 우라늄농축(라만 레이저 입력용)	연구단계
라만레이저	각종레이저 파장 변환 분자법우라늄농축(UF <sub>6</sub> 의 여기, 다광자 해리)	실용 연구단계
동중기레이저	지문검출 고속사진촬영용광원 원자법우라늄농축(색소레이저 여기용) 고속도사진촬영용광원	실용 실용 실용규모개발중 연구단계
색소레이저	형광 분석용광원 원자법 우라늄농축(U의 여기, 전리)	실용 연구단계
엑사이머레이저	초미세가공 분자법우라늄농축(UF <sub>6</sub> 의 여기용) 원자법우라늄농축(색소레이저여기용) 핵융합용광원 해양계측(해양오염검지) 도위체재료개발(원자력용신재료)	실용규모개발중 연구단계 연구단계 연구단계 연구단계 연구단계
반도체 및 고체레이저	전력계측 전력정보전송(광케이블)	실용및 연구단계 실용및 연구단계

出力·高効率이고, 波長面에서 매우 有利하며, 實用化에 適合한 大型裝置로 轉換이 容易한 것에 理由를 들수 있다.

電力産業用的 레이저를 開發하기 위하여 現在의 技術 水準에서 도전할수 있는 課題는 다음과 같이 大別된다.

가. 레이저裝置및 周邊技術의 高度화를 위하여

- ① 고반복 TEMA CO<sub>2</sub>레이저의 개발
- ② 고반복·대출력 엑사이머 레이저의 개발
- ③ 색소레이저 여기용의 동중기레이저의 개발
- ④ 고효율·대출력 glass레이저의 개발
- ⑤ 자유전자레이저의 개발
- ⑥ X선레이저의 개발

나. 레이저利用技術을 開發하고 綜合시스템화하기 위하여

리, 재료의 내식성향상을 위한 데이터의 축적과 프로세스기술을 개발

③ 신소재의 창출을 위한 데이터의 축적과 프로세스 기술을 개발

다. 원자력分野에서 非接觸·遠隔操作을 하기 위한 計測·制御技術의 시스템開發

라. 電力系統의 情報를 計測·制御하는 綜合시스템의 開發

### 3. 先進國의 研究開發動向

레이저裝置와 周邊技術의 高度화를 위하여 先進國에서는 大型프로젝트로 課題를 選定하여 開發에 박차를 加하고 있다. EEC 共同으로 推進중에 있는 EUREKA tech-

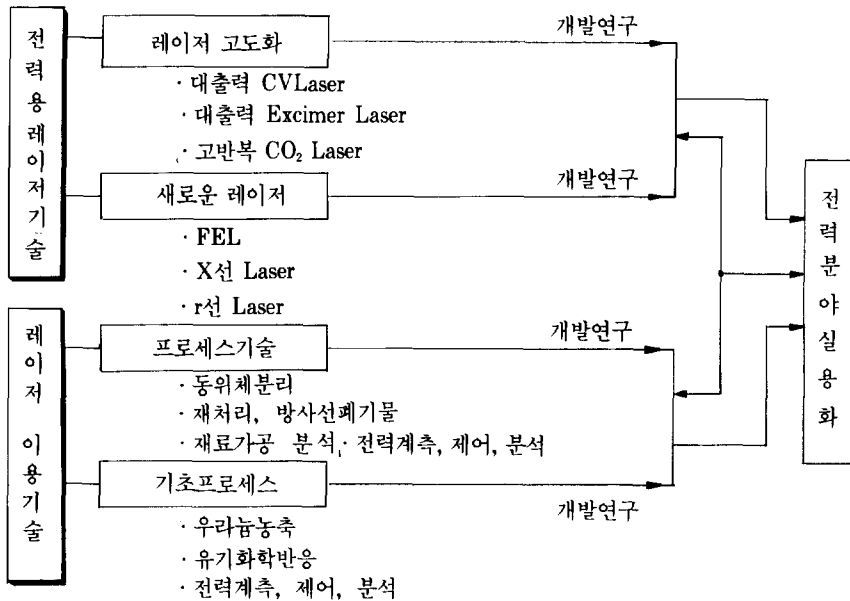


그림 2. 연구개발 프로세스의 예

- ① 우라늄농축의 기초프로세스의 데이터, 방사선편폐기물 처리를 위한 광유기화학등에 대한 데이터, 폐기물저감화하기 위한 재처리의 데이터를 축적하여 프로세스기술을 개발
- ② 방사선물질의 침식억제를 하기 위한 재료표면처

nology project의 EUROLASER Project에 의하면 大出力레이저의 開發目標는, Project:EU83으로 25KW CO<sub>2</sub> 레이저를 4年間에 開發하는 것으로 報告되었다. 또한 EUREKA and BRITE(Basic Research in Industrial Technologies for Europe) project에 의하면 CO<sub>2</sub>레이저

는 1~10KW, Solid State Nd:YAG레이저는 1~5KW, Excimer레이저는 10kw이상, CO 레이저는 5kw이상의 각 개발 목표를 설정하고 있다. 日本 AMMTRA project 는 大出力 Excimer레이저 개발과 Ion-Beam 裝置의 勵起技術開發을 目標(1987~1993)로 工業技術院산하의 5研究所와 民間企業의 18社, 3團體에서 開發을 推進하고 있다. Excimer레이저의 開發目標은,

- ① 短波長大出力 Excimer레이저: 수명  $10^9$ shot, 平均출력 1kw(193nm),
- ② 高反復大出力 Excimer레이저: 펄스反復回數 5KHz, 平均出力 2kw으로 되어 있다.

AMMTRA Project의 研究開發에서 基本的인 方針은 產學官의 連帶를 基本으로 하고 基礎研究 및 開發研究의 擔當은 國立研究所에서, 實用化研究를 指向하는 課題는 民間 企業에서 擔當, 有經驗研究者는 主研究의 推進에 參與하는 分擔方式으로 Project를 進行하고 있다.

#### 4. 結 言

우리나라의 레이저産業은 아직도 幼稚한 水準에 있고, 또한 研究環境도 어려운 與件에서 겨우 改善되어 어느때 보다 매우 鼓舞的需團氣속에 있다. 그러나 先進國들은 大型 Project의 推進으로 開發에 더욱 박차를 加하는 實情에 있으므로 相對的인 낙후에 있을 危險속에 있다. 이와 같은 環境을 脫皮할수 있는 與件의 造成이 時急하다.

商業用레이저의 世界市場(共產圈除外)에서 88年度의 賣出目標은 613백만 US\$으로 豫想하고 있다. 賣出目標額에서 情報處理用의 小出力레이저가 大半을 點하고, 大出力레이저는 材料加工用의 CO<sub>2</sub>레이저가 主宗을 이루고 있다. 各國에서 開發을 促進하고 있는 大出力레이저가 出現할때 레이저 賣出額의 大半을 占할것으로 予見된다. 이와같은 추세에 副應하여 우리나라에서도 大出力레이저의 開發에 積極的으로 參與하는 것은 結果的으로 電力産業에 光에너지를 早期에 吸收하는 先進型의 産業 Pattern으로 轉換하는 길이 된다.

또한 電力用의 高性能레이저開發은 레이저의 大出力化, 高効率化, 短波長化, 波長可變化등의 技術을 誘導하고, 또한 레이저利用技術의 開發은 光利用프로세스의 大單位를 實用化하는 結果를 얻는다. 이것은 모든 民生部門, 醫用및 軍用部門등에 대하여 技術革新을 主導하는바의 波及效果를 일으킬 것으로 믿는다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Laser Hand Book Vol. 1,2,3, by M.L. Stitch(North-Holand Pub. co.,)
- 2) Oyo-Buturi 57(4), 522(1988), (J. Appl. phys. Society)
- 3) Lasers & Optonics 16(12), 38(1987)
- 4) Laser Focus / Electro-Optics 24(3), 72(1988)