

핵심부품인 레이저 광원 및 발진기 국산화 시급

국내 산업용 레이저시장 동향 및 전망

국내 산업용 레이저 시스템 시장 규모는 1천억원 내외로 1990년대 도입 시기에 비하면 연간 30% 이상 성장을 했으며 매년 2자리수 이상의 꾸준한 성장률을 보이고 있다. 아직은 국내 산업에서 1억달러에 미달하는 크지않은 규모지만 레이저 관련 응용분야는 정보화 산업사회를 열어갈 수 있는 원천기술이기에 국가적으로 이 분야에 거는 기대는 실로 크다. 21세기 새로운 생산도구로서의 산업용 레이저 가공기는 종래의 생산기술로는 불가능한 재질이나 형상의 천공, 절단, 용접 및 초미세 가공을 가능하게 하는 최첨단 자본재 제품이다. 세계적으로 10여 개국만이 생산능력을 갖추고 있는 레이저 가공기는 국가 경쟁력의 주요인자가 되고 있다. 더욱이 디스플레이, 반도체, 자동차산업 및 디지털 가전산업이 주요 산업인 우리나라의 경우 그 중요성은 아무리 강조해도 지나치다 할 것이 없다.

취재/박지연 기자

레이저(LASER)란 『Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation』의 머리글자를 따서 만든 글자로서 “복사선의 유도방출에 의한 빛의 증폭”이란 뜻이다.

인간이 만들어 얻은 유일한 인공광선, 레이저의 역사는 1960년 미국 휴즈(Hughes)연구소의 마이안(T. Maiman)에 의해 루비 레이저광이 최초로 발진되면서 시작되었다. 현대에 와서 레이저 응용기술은 더욱 발전하여 정보통신, 가공, 계측, 의료, 생활기기, 원자력 발전, 우주과학분야 등 많은 분야에서 중요한 역할을 하고 있으며 앞으로도 더 많은 첨단 응용분야에서 핵심 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

이처럼 레이저의 응용 범위가 넓은 것은 보통 빛과는 다른 큰 특징들이 있기 때문이다. 21세기 새로운 생산도구로서의 산업용 레이저 가공기는 종래의 생산기술로는 불가능한 재질이나 형상의 천공, 절단, 용접 및 초미세 가공을 가능하게 하는 최첨단 자본재 제품이다. 세계적으로 10여 개국만이 생산능력을 갖추고 있는 레이저 가공기는 국가 경쟁력의 주요인자가 되고 있다. 더욱이 디스플레이, 반도체, 자동차산업 및 디지털 가전산업이 주요 산업인 우리나라의 경우 그 중요성은 아무리 강조해도 지나치다 할 것이 없다.

특히 레이저 미세가공기술은 광메모리, 디스플레이장치, 미세노즐제작, 마이크로 광부품의 제작, PCB 제작, 웨이퍼 그루빙, 정밀 몰드 그리고 Lab on a chip 등 첨단산업분야에서 적용되는 기술이다. 현재는 적용 분야와 재료가 더욱 다양화되고 집적화, 소형화 그리고 고속화 추세에 적합한 공정 및 시스템 개발이 산업체로부터 지속적으로 요구되고 있다.

레이저산업 동향 및 전망

국내 산업용 레이저 시장, 국제 경쟁력 확보 가능한 위치에 '우뚝'

현재 국내 고출력 레이저 가공(절단, 용접, 마킹 등)은 세계적인 기술의 성숙도와 국내 기술 수준의 향상으로 기업에서 접근이 용이하며, 기존의 공정을 대체하여 생산속도 및 제품의 품질을 향상시키는데 많은 기여를 하고 있다. 1998년부터 본격적인 세계화를 추진함으로써 세계시장 진입에 성공하여 일부 분야에서는 경쟁력 우위를 가지고 있으며 지속적인 연구개발로 국제 경쟁력 확보가 가능한 위치에 와 있다.

차세대 생산 기술로서 핵심이 되는 레이저 미세가공 기술은 국내 주력산업인 반도체, 전자 그리고 자동차 산업 분야에 직접적인 관련이 있는 공정 기술이다. 특히, 우리의 주력산업 분야인 반도체, 저장매체, 바이오 디바이스 그리고 디스플레이 분야에서의 제품의 부가가치를 높이고 관련된 시스템 기술을 확보함으로써 레이저 미세가공장비 시장으로의 진출이 가능해질 것으로 예측된다. 가공 시스템 분야에서는 모든 미세 공정에 공통으로 필요한 핵심요소기술을 개발하여 기술의 파급효과를 극대화할 수 있다.

국내의 레이저 개발 및 응용은 1976년대 초부터 일부 학계를 통하여 지속적으로 진행되어 왔다. 그러나, 학계의 연구는 대부분 발진 실험으로 그쳤다. 1980년도

표 1. 국내 주요 레이저 생산업체 현황

업체명	품 목	사업개시년도
(주)금 광	레이저 발진기 • DPSS레이저 발진기(의료용)	1999
(주)이오테크닉스	레이저 마킹기 • Nd:YAG • Wafer 마킹기	1988
하나기술(주)	레이저 전용기 • 레이저용접/천공기 • 레이저 마이크로 프로세싱	1992
(주)한 광	레이저 가공기 • 금속절단기	1990
(주)한광옵토	레이저 마킹기	1998
(주)한빛레이저	레이저 발진기 • Pulse/CW Nd:YAG 레이저	1997
(주)한울레이저	레이저 마킹기 • Nd:YAG • CO ₂	1996

※ 이외에 신생 레이저 업체가 다수 있음.

표 2. 재료가공에 사용되는 주요 레이저

형태	파장(μm)	출 력	응 용
CO ₂	10.6	10W~10KW	절단, 용접, 구멍 뚫기, 열처리 등 (일반적으로 1~3.5 KW)
Nd:YAG	1.06 Green(532nm) UV(355nm)	IR~4.5kW CW Green~100WCW UV~15WCW	용접, 구멍뚫기, 마킹, 트리밍 등 반도체공정, 디스플레이공정, 자동차공정
Excimer (KrF)	0.249	10 ⁷ (최대펄스출력)	반도체공정, 디스플레이공정

표 3. 미세 레이저 가공의 응용분야

활용분야	적용 기술 및 제품
micro-electronic packaging	- BGA micro via hole drilling - MCM/TAB interconnect drilling - skiving, excising
반도체	- IC repair, thin film repair, wafer cleaning - bulk machining, trimming - Laser interference lithography tools - semiconductor diagnostic equipment
데이터저장장치	- wire stripping, disk texturing - micro via drilling of slider assembly - blue ray disc - ultra high Density DVD/HD
의학	- micro drilling, orifice drilling - oral spray nozzle - insulation removal - patterning of electrodes - microfluidics for DNA analysis - medical stent, medical diagnostic tools
통신	- cellular phones via interconnects - fiber optic grating fabrication - optical circuits, fiber circuit stripping
컴퓨터 주변기기	- flat pannel display annealing - ink jet printer head - tape storage devices - AMLCD patterning - selective coating removal

부터 산업체에서 본격적인 연구개발 및 사업화를 추진하였으며, 1990년대에 이르러서 레이저 산업이 도입기에 진입하였다. 2000년부터 시장이 본격 성장기에 진입한 이 산업은 매년 30% 가까운 성장 할 것으로 예상되는 고성장 유망 산업이다.

산업용으로 이용되는 고출력 CO₂ 레이저의 경우 LG전선(현재는 하나기술에서 기술력을 이어가고 있음)에서 80년대에 근 10여년에 가까운 연구로 인하여 2kW까지 실용화를 한적이 있다. Nd:YAG 레이저의 경우 한국 원자력 연구소에서의 연구를 기초로 하여 코러스 레이저, 한빛레이

표 4. 레이저응용의 범위 및 분류

구분	분야	제 품
레이저	레이저 발생장치	- 기체레이저 - 고체레이저 - 반도체레이저 - 액체레이저 - 화학레이저 - 자유전자레이저
	재료가공	- 레이저 절단기 - 레이저 용접기 - 레이저 천공기 - 레이저 마킹기 - 레이저 열처리기 - Micro Fabrication - Laser CVD - Laser Etching - Laser Micro-processing
레이저 응용	반도체 가공	- Lithography - Trimming - Repair - Scribing - Annealing
	의료용	- 내과, 외과, 치과, 안과 등의 진단 및 치료용 기기
	계측용	- 물량계측기(거리, 입자측정기, LDV, 자이로스코프 등) - 물질 계측기(X-선 분석기 등) - 변형 계측기(간섭계, 3차원 형상측정기 등)
	광섬유 센싱	- 온도 · 압력 · 진동 · 변위 · 자장 · 전류 · 전압 · 음향센서, 광섬유 자이로스코프, 보안용 센서 등
	광정보	- Bar Coder - 광 Disk장치 - Laser Printer - DVD-RW
	광통신	- 광 LAN - 광 VAN - 광 송 · 수신기 - 광 교환기 - 광섬유 및 Cable

저 등에서 사업화를 하고 있으며, 원다레이저는 자체 개발한 레이저를 상품화하였다. 레이저 가공용 시스템으로는 CO₂ 레이저 절단기의 경우 삼성항공, 대우중공업, 한광 등이, 레이저 마킹기로는 이오테크닉스, 한올레이저가 레이저 용접 및 천공 등의 전용기로는 하나기술 등이 사업에 참여하고 있다.

국내 레이저 산업별 현황

1) 레이저 가공기

레이저 가공기의 절대시장규모는 크지 않으나 연평균 30% 고도성장을 하고 있다. 1997년 아시아의 금융위기로 인하

표 6. 레이저가공기의 국내 생산 및 내수시장 규모

(단위: 억원)

규모	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
생산	900	630	890	1,030	1,250	1,550	1,900
내수	1,100	740	1,060	1,230	1,500	1,900	1,400

단, 주1) 반도체 리페어링 및 리스그래피는 포함 하지 않았음.
주2) 의료용 및 연구용은 포함 하지 않았음.
주3) 산업용 레이저 시스템의 범위는 레이저 절단, 마킹, 용접, 마이크로 가공으로 한정함.

표 5. 레이저의 산업별 파급효과

파급산업	효 과
정밀기계, 자동차, 항공	- 고정밀도 부품산업 육성가능 - 소량다품종의 시장변화에 대응가능 - 중공업 육성
반도체 및 정보통신산업	- 고속Data 처리기능(1G bit) - 광 ISDN과 Telemetering 실현가능
의료 및 생명공학산업	- 의료기기산업육성, 진단치료 효율화
우주항공산업	- 계측과 Tracking 특수금속소재 적용가능
신소재	- 광학결정반도체 등 IR, UV, X-ray용 소재부품
섬유 산업	- 품질관리 자동화 - 색분해, 재생, 봉제공업 육성
에너지산업	- Solar Cell - 핵융합
정밀광학기기산업	- Robot 등 FA(인식능력 제고)
영상산업	- 광학기기산업 기초기반 확대
FA, OA 기기 산업	- 정보전송, 사무자동화 및 공장자동화
건설, 토목산업	- 측정 Leveler

여 국내의 투자가 -30%가 됨에 따라 1998년의 시장은 축소되었으나 환율평가절하에 기인한 국내 부품회사들의 핵심부품개발시도로 인하여 레이저 가공기의 수요 증가가 기대되고 있다. 더구나 최근 고직접도 · 고기능 · 초소형 고부가가치 제품의 생산이 중요한 산업이 됨에 따라 레이저 가공기의 수요가 급격히 증가 할 것은 필연적이다. 즉 첨단 전자산업, 디스플레이, 반도체, 휴대폰, 자동차 등에서 레이저 주 응용분야가 급격히 확산됨으로서 레이저 기술 및 시장의 잠재력이 실현화 되고 있다. 레이저가공기의 국내 생산 및 내수 시장 규모를 보수적으로 살펴보면 표 1과 같다.

2) 레이저 절단기

국내 레이저 산업은 레이저 생산 시스템 중 CO₂ 레이저를 이용한 박판 금속 절단용 레이저 가공기가 안정적 성장기에 진입했다. 1990년대 초부터 연평균 30% 이상의 고도성장을 했다. 1980년대에 국내 시장의 약 90% 이상을 외국 제품이 차지했으나 2004년의 경우 국내 제품이

레이저산업 동향 및 전망

약 50% 이상의 점유율을 보이는 등 괄목할만한 성장률을 나타냈다. 그러나, 유럽의 고속 Flying Optics형이 국내외에서 경쟁이 매우 치열해지고 있다. 유럽이 전통적으로 기계기술이 매우 발전해 있으므로 우리나라의 기술 인프라가 상대적으로 취약함에 따라 국제 경쟁력의 지속적인 유지 및 강화를 위해서는 가반 및 생산기술 개발이 필요하다. 아직은 중국의 기술력이 우리나라에 미치지 못함으로 2~3년간의 기술확보에 필요한 시간은 아직은 있는 형편이다.

3) 레이저 마킹기

레이저 마킹기는 반도체 회사의 국내 개발 지원과 더불어 국내 레이저 마킹기 회사가 점유율 높이는 계기가 되었다. 제품의 기술력에서는 국제 경쟁 수준에 이르렀다. 이미 세계적인 기술 경쟁력을 확보하고 있어서 반도체 분야의 경우는 선두의 위치를 유지하기 위한 끊임없는 연구 개발이 경영의 큰 부담으로 작용하고 있는 형편이다. 현재 레이저 마킹기에 사용되는 레이저 발전기가 대부분이 수입되는 까닭에 장기적인 사업의 안정성에 대한 어려움이 예상되고 있으므로 국내 레이저 발전기 제조회사들과의 긴밀한 협력이 요구되고 있다.

4) 레이저 용접기

CW Nd:YAG를 이용한 일부 자동차 부품의 레이저 용접기는 국제 경쟁력을 확보하고 있어서 수출이 지속적으로 일어나고 있으며 세계최대자동차부품회사의 글로벌 협력업체가 되는 등 쾌거를 이루었다. 그러나 레이저는 수입을 함으로써 원가 경쟁력확보가 계속적인 과제가 되고 있다. 문제는 세계에서 산업을 선도하는 회사들이 레이저 제조처를 명기함으로써 이에 따른 장벽이 아직 남아있다.

저출력 펄스 Nd:YAG 레이저를 이용한 스폿 용접기의 경우는 우리나라가 세계최대

의 TV tube 생산국이 되면서 시장이 급속히 확장했었다. 그러나, 국내 개발 제품의 품질저하로 인하여 이 시장은 일본이 거의 95% 이상을 점유하게 되었고 이제는 시장의 규모가 하향하고 있어서 경쟁력을 잃어가고 있다. 또한 중국 레이저 업체들의 저품질 레이저가 우리나라 시장공략을 시작하였다. 스폿용접의 경우 일반적으로 레이저 품질이 중요하지 않으므로 중국 및 제3세계 레이저 제조회사들과의 심각한 경쟁이 예상된다.

고출력 CW Nd:YAG(1000W~4.5KW)와 Fiber Laser의 상품화로 자동차 산업에의 적용이 시도 되고 있다. 자동차 부품의 레이저 용접은 이미 도입기에 들었으며, 자동차 차체 생산 라인에의 적용이 연구 되고 있다. 세계적으로 자동차의 차체 용접에서 기존의 스폿 용접기를 레이저 용접으로 대체 되는 경향을 보이고 있어서 이 분야의 시장은 국내에서도 수년내에 괄목하게 성장할 것으로 예상되고 있으나 레이저 발전기에 시장이 종속됨으로 차체 레이저 용접기의 국내 경쟁력은 해결해야 하는 과제중 하나라 하겠다.

5) 레이저 미세 가공기

국내 레이저 미세가공 기술은 아직은 기반 기술 확보 단계에 있다고 하겠다. 한국기계연구원(KIMM), KAIST, 표준원, 광주과학기술원, KIST 등에서 수십 μ m급의 가공기술을 확보하고 있으며 최근, 기계연과 표준연에서 펄스초 레이저를 이용한 미세가공기술에 관한 연구를 수행하고 있다. 표준연에서는 나노 사이즈의 가공 기술과 측정분야에 대한 원천 기술개발에 역점을 두고 있다. 고등기술연구원에서는 2000년부터 3년간의 연구과정을 거쳐 로봇을 이용한 3차원 레이저 자동 용접장치를 설계, 제작하였으며 수 마이크로미터급의 3축 포지셔닝 시스템 및 자동 초점 정렬 장치를 개발하여 가공 프로세스에 실제로 투입한 경험이 있다. 이 분야는 기반기술 확보와 더불어 빠른 시간 내에 산업화 가능한 상품화 연구가 진행되어 사업화가 되어야 할 시급한 과제라 하겠다.

6) 하이브리드 레이저 가공기

레이저를 이용하는 하이브리드 가공기술은 피가공물의 갭 허용범위가 넓고 기공 등의 결함이 적으며 깊은 용입특성을 얻을 수 있는 등 각 열원이 가지고 있는 장점이 부각되

면서 다시금 많은 연구가 이루어지고 있으나 상품화 연구는 진행되고 있지 않다.

정부의 과감한 투자와 업계의 고부가가치 기술개발 절실

아직은 국내에서 레이저 자체의 개발인프라는 떨어지지만 독일, 일본, 미국 등 3대 레이저 강국에 이어 4대강국 자리를 우리나라가 조심스럽게 넘겨다보는 이유는 우리나라가 레이저 가공기를 만들 수 있는 산업 인프라가 뛰어나다는 점 때문이다. 즉 대표적인 산업으로 반도체를 비롯하여 자동차, 전자, 조선, 철강산업 등이 고루 자리를 잡고 있어 레이저 산업이 발전할 수 있는 기반조성이 되고 있다. 또한 우리의 장점으로서 국외 기술진에 비해 상대적으로 우수한 인력을 확보할 수 있고 사고의 유연성이 높아 고객의 요구사항에 빠르고 능동적으로 대응이 가능하다는 점이다. 가까운 일본의 경우 우리와 같이 산업적 인프라는 우수하지만 후자에 있어서는 우리나라에 뒤떨어지는 상황이라고 업계관계자는 전한다.

그러나 이러한 긍정적인 전망과는 달리 업계에서는 우려의 소리가 더 많았다. 그 변수는 바로 중국. 2000년부터 시작된 IT산업 및 광통신 시장의 침체로 미국을 비롯한 많은 나라들이 고전을 면치 못한 가운데서 중국만은 예외였다. 단지 중국은 아직 고품질 가공기가 들어갈 만한 시장이 아니라는 데서 주목을 받지 못했으나 많은 업계 관계자들은 최소 3년 내에 우리나라를 위협할 정도로 급부상할 것으로 내다보고 있다.

세계 레이저 산업을 보면 아직까지는 레이저 및 시스템 제조사가 일본, 미국, 유럽 등에 국한되어 있다. 이는 제조사의 지명도에 따라 구입하는 보수적인 시장이라는 것을 짐

작할 수 있다. 이러한 환경 속에서 한국의 레이저 산업이 국제 경쟁력을 갖기 위해서는 세계적 수준의 품질, 가격 경쟁력, 서비스 그리고 마케팅 능력 등을 골고루 갖추어야 한다고 업계에서는 입을 모은다. 또한 앞서 말한 세계를 움직이는 일본, 미국, 유럽 등이 그렇듯이 작게는 우리나라 내부에서부터 힘을 모으는 업계들의 공조도 조심스럽게 제기되고 있다.

우리나라의 산업용 레이저 시스템 개발역사는 선진국에 비해 매우 짧은 편이고 그 규모 또한 미약하여 광통신 시스템뿐만 아니라 산업용 레이저 시스템에 들어가는 핵심 부품은 거의 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 우리나라가 앞서 말한 4대 산업용 레이저 시스템 강국이 되기 위해서는 핵심 부품인 레이저 광원과 발전기의 국산화가 무엇보다 시급하다.

산업용 레이저 기술개발은 물리학, 광학 등의 기반기술과 전기 및 전자공학, 기계공학, 재료공학 등 다양한 분야가 복합적으로 어우러져야 되는 기술이므로 단기간에 실용적인 기술개발이 어려운 만큼 산학연 및 정부가 체계적이고 전략적으로 육성해 나가야 할 산업이다.

우선 정부의 과감한 연구개발 투자가 이뤄져야 한다. 예전 한국중공업이 계속 적자가 나는데도 정부에서는 계속해서 키워나갔다. 이유는 한 가지, 국가기간산업이었기 때문이다. 산업용 레이저 시스템 분야도 마찬가지다. 우리나라의 대표적인 산업인 반도체, 전자, 자동차, 조선, 철강 등의 산업에 있어 레이저 기술은 없어서는 안 될 핵심기술이란 것을 인식하여 정부차원의 과감한 투자가 이뤄져야 할 것이다. 또한 관련기업은 국내에서 개발한 레이저 광원의 활용을 통해 첨단 응용시스템을 개발하여 성능과 가격에서 국제적 경쟁력을 갖도록 부단히 노력하고 수출을 통해 시장을 넓혀가야 할 것이다.