

고출력 레이저분야 가공기술 확보로 고부가가치 제품 생산 가능해져

-레이저 발전기 및 응용시스템 기술개발 관련 중기거점사업 1단계 완료-

산업자원부가 시행하고 한국광학기기협회를 총괄주관기관으로 하여 하나기술(주), (주)한빛레이저, (주)한광, (주)닷컴씨오케이알 등이 주관한 '고성능 고체 레이저 발전기 개발 및 정밀 레이저 가공 시스템 기술 개발'에 대한 1차년도 사업을 마무리지었다. 이 사업을 통해 고출력·고품질이 요구되는 레이저 DPSSL 레이저 응용분야에 상품화가 가능해짐은 물론 고출력 UV 레이저 개발의 기초를 확립하는 계기를 마련하는 등 괄목할만한 결과를 이뤘다. 다음은 본 사업에 차수하게된 배경과 각 주관기관별 개발 내용 등에 대해 간략히 정리해 보았다.

정리/편집부

한국광학기기협회를 총괄관리기관으로 하여 하나기술(주), (주)한빛레이저, (주)한광, (주)닷컴씨오케이알 등의 세부 주관기관들이 참여하여 지난 1999년 12월부터 2002년 9월까지 진행된 레이저 중기거점사업의 1단계 사업이 마무리됨에 따라 본 협회에서는 1단계 사업 보고서와 2단계 사업계획서를 작성, 지난 9월 9일 ITEP에 제출했다.

먼저 레이저 발전기 분야에서는 고출력 300W급, 저출력 100W급, 준단일모드 20W급 DPSSL 발전기 개발에 성공했으며, 500W급, 1kW급, 2kW급 고효율 CW Nd:YAG 레이저 시스템 개발에 성공했다.

응용시스템 분야에서는 저가 보급형 Flying Optics형 및 2D, 3D Nd:YAG 고속 레이저 가공기와 UV DPSSL DRILL, UV DPSSL Micro M/C prototype 가공시스템 및 레이저 천공기술을 개발했다.

이처럼 중기거점 사업을 통해 레이저 발전기 분야와 응용 시스템 분야에 있어 상품화의 가능성은 물론 레이저 개발과 관련한 기초를 확립하는

계기를 마련했다는 것이 가장 큰 의의를 갖는다.

기술적 기대효과 및 적용분야

1) 기술적 및 경제적 효과

DPSSL 발전기개발과 관련하여 열복굴절 보상된 두 개의 헤드 구조를 갖는 저차모드 100W급 DPSSL 개발로 금속 마킹기 및 박판절단용 가공기 시장진출이 가능해졌으며, 두 개 헤드 구조의 빔질인자 $M2=1.1$ 인 52Wcw급 TEM₀₀ 모드 DPSSL 개발로 고출력·고품질이 요구되는 응용분야에 상품화가 가능해졌다.

램프펌핑형 2kW급 Nd:YAG 레이저 개발이 성공적으로 수행되는 과정에서 현재 500W급 및 800W급은 국내업체에 상품화되어 납품되고 있으며, 일부 선진국에 국한되었던 고출력 레이저 발생장치 개발기술이 국산화됨으로써 무역수지 개선효과가 예상된다. 또한 레이저 가공기 개발과 가공기술 분야에서의 기술적 대외 의존도를 극복 가능하게 됨으로써, 고출력 레이저 적용분야의 가공기술 확보를 통한 고부가가치 제품의

〈표 1〉 레이저 발전기 및 응용시스템 개발 사업

총 개발기간 : 1999. 12~2004. 9. (58개월)

1단계 : 1999. 12~2002.9. (34개월)

세부과제명	주관/참여/위탁기관
DPSSL(Diode Pumped Solid State Laser) 발전기 개발	하나기술(주)/한국원자력연구소
램프 펄핑형 2kW급 절단용 Nd:YAG 레이저 발생장치 개발	(주)한빛레이저/(주)금광, 다이아
고속레이저 가공시스템 개발	(주)한광/서울대학교
레이저 천공기술개발	(주)닷컴씨오케이알/한국기계연구원
총괄 관리기관	한국광학기기협회

〈표 2〉 각 기술개발 관련, 상품화 품목에 대한 매출 기대효과

(단위 : 억원)

	상품화품목	2001년 (실적)	2002년 (전망)	2005년 (전망)
하나기술(주)	- 100W급 DPSSL	-	-	90
	- 20W급 준단일 모드 DPSSL			
	- 1kW급 DPSSL			
(주)한빛레이저	- 500W급 CW Nd:YAG	3	4	20
	- 1kW급 CW Nd:YAG			20
	- 2kW급 CW Nd:YAG			50
(주)한광	- Flying Optic형 고속 레이저	-	10	350
	- 3차원 Nd:YAG 레이저 가공기			50
(주)닷컴씨오케이알	- UV DPSS Laser Drill	-	-	50
	- UV DPSS Laser Micro M/C			
	Prototype			
합계		3	14	630

생산이 가능해졌다.

고속 레이저 가공기의 경우, Nd:YAG 레이저 적용기술을 확보하고, 이를 바탕으로 3차원 레이저 가공기를 개발한 것은 형상이 복잡한 소재의 가공에까지 확대되고 있는 레이저 가공의 세계적인 추세에 뒤떨어지지 않고, 차기 세계시장을 선점할 수 있는 기반이 될 것으로 기대된다.

레이저 천공기술 개발과 관련하여 레이저천공과 정밀가공에 대한 기술의 이해와 기술의 축적이 이루어졌으며, 레이저 가공에 대한 타 분야로

응용의 좋은 발판을 마련하는 계기가 될 것으로 보인다. 또한 시장의 형성이 아직 지연되고 있으나, 개발과제의 기술적 수준이 외국업체와 대등하다고 판단되는 이상 시장형성 시 향후 수입대체 효과뿐만 아니라 수출까지 기대할 수 있을 것으로 보인다.

2) 적용분야

DPSSL 발전기 개발과 관련하여 반도체 패키징, 전자부품 마운팅과 MEMS, 의료장치 제조,

레이저 마킹, 용접, 절단 등의 산업적 응용이 가능하며, 색소 및 Ti:Sapphire 레이저 여기, 분광학, 플라즈마 발생에 의한 분석 등 기초과학 응용분야에 적용이 가능하다.

램프펌핑형 Nd:YAG 레이저분야는 kW급 고출력레이저의 한 적용분야로서, 자동차 부품생산 및 차체의 용접, 절단공정 등에 채택되어 가동중에 있으며, 원격가공과 밀봉용접 등의 가공기술이 요구되는 원자력산업, 그리고 다양한 열처리 공정 등에 응용이 가능하다. 또한 pulse modulation 기술이 적용된 레이저 개발을 통해 고반사율 재료의 가공이나 경금속 및 특수금속 가공과 미세 정밀가공 등의 공정에 기술적 대응이 가능해졌다.

고속 레이저 가공기의 경우, 당해 단계에 개발한 레이저 가공기 설계기술은 추후 고출력 Nd:YAG 및 DPSSL의 고정도 레이저 가공기 분야로 그 영역을 확대할 수 있는 바탕이 될 수 있고, 각 산업분야별 특성에 맞는 적용기술을 확보한다면 3차원 절단 및 용접을 필요로 하는 자동차, 농기계, 가전산업은 물론, 고정도의 특성을 요하는 전자, 반도체 산업에 이르기까지 다양하게 활용될 수 있을 것으로 보인다.

레이저 천공기술 개발과 관련하여 제품개발을 바탕으로 우선 반도체 패키지의 고밀도 실장 기판의 레이저 가공기가 있으며, 기타 hole size 50um 이하의 정밀 가공 부품 등의 제작에도 응용될 것으로 보인다. 예를 들면 LCD guide film, 혈관확장용 stents, printhead nozzle, 보청기의 진동자 등이 있다.

레이저 시장 동향

1960년 레이저(LASER : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, 유도된 방출에 의한 광증폭)라는 경이로운 장치가 처음으로 발명된 이후 레이저가

갖는 독특한 특성, 즉 높은 지향성(Directivity), 고강도의 휘도(Brightness), 높은 단색성(Monochromaticity), 높은 가간섭성(Coherency) 등에 주목한 각 국의 연구진들이 이에 대한 집중적인 연구를 수행하여 왔다. 그 결과 오늘날 수많은 종류 및 다양한 형태의 레이저 장치가 개발되었다.

우리나라는 지난 1980년대 이후 레이저기가 처음 도입된 이래 '90년대부터 본격 개발·생산에 착수했으며, '98년 마킹기 등의 수출을 시도했다. 이후 2000년에 들어서 마킹기와 절단기 등에 있어 수출이 확대되는 한편, 코스닥에 등록하는 기업이 생겨날 정도로 기술 및 경쟁력이 확대되어 왔다. 그러나 국내생산, 수요, 공급 등은 아직 모두 초기단계로 현재까지 분산된 기술개발 추진 등으로 시너지효과 미흡에 따른 기술경쟁력이 선진 기술국 대비 매우 취약한 실정이다.

'90년대들어서는 정보통신·전자·반도체·조선·자동차·정밀가공·계측·의료 등 산업의 자동화 및 무인화에 따른 응용제품 및 연관산업 발전에 기여했으며, 레이저 가공기술에 대한 NC 등의 가공시스템 기술은 어느정도 접근해 있으나, 레이저 발전기의 핵심부품(LD, Cristal 등)의 개발은 아직 미흡한 실정이다.

이에 대해 경쟁력이 있는 우선 지원과제 분야인 레이저 발전기와 연계 응용할 수 있는 산업용 가공시스템의 복합적인 개발이 매우 시급한 실정이다.

한편, 가격경쟁력 현황에 대해 살펴보면, 우리나라는 선진국 대비 레이저 발전기는 열위에 있으며, 가공시스템의 경우 마킹기등 일부 분야에서는 선진국과 대등한 경쟁력을 갖고 있다.

우리나라는 레이저 핵심부품을 수입하여 레이저 Setting 및 가공시스템으로 응용하여 국내 및 해외에 판매하고 있으며, 선진국에 비해 규모의 경제면에서 매우 불리하나, 비교우위 제품군의

선별로 경쟁력을 강화해 나가고 있다.

이처럼 레이저 관련분야는 기계·전자·광(자)산업으로의 발전단계에서 급성장하고 있는 차세대 유망 선진국형 산업으로서 고도의 복합기술이 응용되어 첨단수요산업의 핵심 거점기술로 활용되고 있으며, 기술적 응용 분야 및 관련산업의 파급효과가 매우 크다.

자원 및 에너지 절약적 고부가가치화 산업으로 환경 및 국가 방위산업에도 직결되는 산업일 뿐만 아니라 고부가가치, 소형화 부품의 생산추이에 따른 레이저 기술의 응용이 세계적으로 확대 추세에 있는 가운데 세계적으로 정부 지원하에 각국이 레이저 개발을 적극 추진중에 있다.

기술개발의 중요성

레이저 기술 분야 중 레이저 가공에 관련된 레이저 발전기, 가공기 및 가공기술에 대한 연구는 산업기반과제를 중심으로 많이 추진되어 왔다. 그러나 단편적이고 학계, 연구소 중심의 개발추진에 따라 실제 사업화 실적은 미미한 형편이었음이 현실이었다.

레이저 및 레이저 가공기 기술은 광학(광학계 설계), 전자제어(CNC, PC Based Controller, Software), 기계(구조 안정성, 서보계 해석, 다이내믹스, 진동 해석), 금속재료(재료의 레이저 가공 특성)의 다양한 복합 기술을 필요로 한다. 또한 레이저 기술 그 자체는 막대한 규모의 투자를 필요로 하는 거대기술은 아니나, 그 파급효과는 전 산업에 미칠 정도로 매우 광범위하다. 따라서 레이저 기술은 그 특성상 산업의 기술 인프라에 크게 영향을 끼치기 때문에, 국내에서도 레이저 기술의 효율적 개발시 국내 전 산업의 경쟁력 강화와 기술 인프라 구축에 크게 도움이 될 것이다.

레이저 발전기 및 응용시스템 기술은 환경친화적·초정밀 가공성 등의 특성으로 현재 급속히

적용범위가 확대되어 가고 있으며, 미래 첨단산업의 핵심이 되는 대표적인 산업군으로 자리잡아 가고 있다.

이러한 레이저의 기술개발의 중요성으로 인해 발전기(DPSSL, F.L.P형 CW Nd:YAG) 및 레이저 고속가공시스템, 마이크로머시닝 기술을 한 국광학기협회를 총괄기관으로 하여 각 세부주관기관이 분담하여 1단계사업에서 공동 개발했으며, 제2단계 레이저 중기거점사업은 2002년 10월부터 2004년 9월 30일까지 진행된다.

2단계 목표는 고출력 300W급, 저출력 100W급, 준단일모드 20W급 DPSSL 발전기 개발과 500W급, 1kW급, 2kW급 CW Nd:YAG 레이저 시스템 분야의 개발을 완료하는 것이다. 또한 응용시스템 분야에서는 Flying Optics형 및 2D, 3D Nd:YAG 고속 레이저 가공기와 UV DPSSL DRILL, UV DPSSL Micro M/C prototype 등의 개발을 완료하는 것이다.

각 세부기관별 추진실적

■ 다이오드 펌핑 (DPSS : Diode Pumped Solid State) 고체 레이저 개발-하나기술(주)

하나기술(주)(대표·김도열)은 1992년 9월 대기업 연구소 레이저 팀장이던 김도열 대표가 설립한 초정밀 레이저 용접 및 광패키징 생산장비 전문회사이다. 레이저 관련 기술의 국내외적으로 인정을 받고 있는 하나기술은 창업당시 초정밀 레이저 천공, 용접 시스템 제작 및 레이저



▲ Dual Module형 저차 모드 100W급 DPSSL 발전기 헤드부

관련 장비 사업 진출을 위한 노력을 계속해왔다. 이에 따라 레이저 용접기 분야에서는 계속적으로 기술 및 시장의 선도를 지켜왔으며, 매우 높은 신뢰성을 요구하는 자동차 부품인 ABS 브레이크 부품과 인젝터 레이저 용접기를 개발 완료 국내에 공급하고 있으며, 미국 델파이의 기술진으로부터 최상의 평가를 받기에 이르렀다.

제품의 품질에서 세계 정상급으로 인정되는 하나기술은 작년 하반기에 원자력에 들어가는 부품으로서 초고도의 기술을 요하는 레이저 용접기를 제작, 납품했다. 이는 세계적으로도 매우 높은 기술 수준을 요구하는 것으로서 하나기술의 기술력이 한층 높은 차원으로 공인됨을 나타낸 것이다.

통상 매출의 30%이상을 연구개발에 집중 투자해온 하나기술 김도열 대표는 그 레이저 관련 기반기술을 바탕으로 1999년 12월부터 중기거점 과제인 '레이저 발전기 및 응용 시스템 기술 개발에 관한 연구' 중 차세대 레이저로 불리는 다이오드 레이저 여기 방식 레이저 발전기(DPSSL-Diode Pumped Solid State Laser-발전기) 개발에 참여했다. 2004년까지 총 5년 동안 2개의 단계로 구분하여 개발되는 이 과제는 2002년 9월 1단계(3개년)를 성공적으로 완료했다. 레이저 발전기 헤드부의 기반 기술은 한국 원자력 연구소에서 위탁연구로 참여를 하여 전자 및 반도체 산업에 응용이 가능한 저출력(20~300W)급 고품질 레이저 빔을 얻는 DPSSL을 개발한 것이다.

1단계에서 정부에서 14억원을, 하나기술에서 8억원의 연구비 등 총 22억원의 연구비를 투입했다. 본 연구의 결과 고체 레이저의 기본 파장인 $1.06\mu\text{m}$ 의 경우는 300W급 레이저 발전기를, $0.503\mu\text{m}$ 경우 13W 급 레이저 발전기를, $0.353\mu\text{m}$ 경우 2W 급의 레이저 발전기를 개발 완료했다.

레이저 빔의 특성을 나타내는 M2 값을 1.1까지 얻으므로써 세계적 수준의 고품질 레이저를

개발완료한 것이다. 하나기술은 1단계에서 개발된 제품들을 향후 1년 이내 신뢰성 인자 실험 및 양산화 재설계를 통하여 2003년 하반기부터 시장에 출시할 계획이다.

본 개발이 이루어짐으로서 우리나라의 고품질 다이오드 펌핑 레이저 발전기(DPSSL)의 수준이 국제 경쟁력을 갖는 상품화 수준에 이르게 되었으며, 1000W 급 고출력 레이저 발전기 개발의 기반 기술을 확보 하고, 고출력 자외선 영역의 DPSSL을 개발할 수 있게 되었다.

양산화되는 2003년부터 수입 대체 및 수출이 시작되어 2005년부터 매년 100억원이상의 수출 효과를 가져올 것으로 기대하고 있다.

■ kW급 고출력 산업용 Nd:YAG 레이저 시스템 -(주)한빛레이저

한국원자력연구소 연구원창업사인 (주)한빛레이저(대표·김정묵)는 산업자원부의 중기거점기술개발사업인 '레이저발전기 및 응용시스템 기술개발'의 세부개발과제로 '램프펌핑형 2kW급 절단용 Nd:YAG 레이저 시스템 개발'(개발기간: 3년, 정부출연금: 590백만원, 회사부담: 386백만원) 사업을 수행하여 kW급 고출력 산업용 Nd:YAG 레이저를 상품화했다.

kW급 고출력 산업용 Nd:YAG 레이저 시스템은 자동차 산업을 중심으로 전세계적으로 폭발적



▲ CW Nd:YAG 레이저 시스템 양산설비 적용사례

인 수요가 일고있으나 국산제품이 전무한 실정이며, 해외 수입제품을 사용하고 있는 기업들도 유지관리에 많은 비용과 어려움을 겪고 있다. 이러한 kW급 고출력 산업용 Nd:YAG 레이저 기술은 정밀광학, 전기전자, 정밀기계 및 제어기술 등 다 방면의 기술이 모여야만 가능한 종합기술이며 레이저 빔을 광섬유로 전송하여 용접, 정밀절단, 열처리 등 다 방면에 사용된다.

한빛레이저는 본 제품과 관련하여 '절단가공에 유용한 레이저 출력변조'에 관한 발명특허를 출원했을 뿐만 아니라, 일부 출시한 제품은 국내 우수 기업 현장에서 채택되어 가공중에 있으며, 2003년부터 양산화함으로써 2005년에는 25억의 수입대체 효과를 예상하고 있다.

한편, 2002년 9월 10일 대덕연구단지 내에 신사옥(대지 2,660평, 연건평 780평)을 준공하여 kW급 고출력 산업용 Nd:YAG 레이저 및 관련 제품의 양산에 돌입했다.

■ ECHO3015 -(주)한광

국내에서 최초로 개발된 Rack & Pinion 구동 방식의 Flying Optic형 고속 레이저 가공기인 ECHO3015가 중국으로의 첫 수출계약이 이루어져 지난 10월 22일 선적됐다.

그동안 Hybrid형 레이저 가공기를 개발하고 그 성능을 세계적인 수준으로 끌어올리기 위해 노력해온 (주)한광(대표·계명재)은 레이저 가공기의 세계적인 추세인 고속화, 자동화에 대응하기 위해 지난 1999년 12월부터 산업자원부에서 지원하는 중기거점 기술개발 사업에 참여했고, 2년 여의 기술개발기간을 거쳐 ECHO3015를 상품화하기에 이르렀다. FEBTECH2001(미국)과 SIMTOS2002(부산) 전시회 출품을 통해서 상품성을 인정받은 ECHO3015는 금년 하반기 정식 출시와 더불어 중국으로의 첫 수출이 성사되는 개가를 올리게 되었다.



▲ Flying Optic형 고속 레이저 가공기 'ECHO3015'

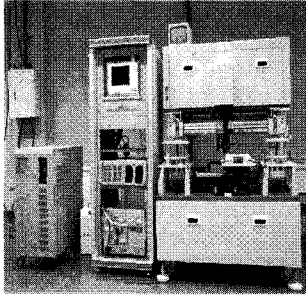
이번에 개발한 Flying Optic형 레이저 가공기는 레이저 기구부의 구동에 Rack & Pinion 방식을 적용하여, X-Y축 동시구동시 127m/min의 고속이송을 구현함으로써, 최대 이송속도가 42m/min에 불과한 Hybrid형 레이저 가공기에 비하여 작업효율이 뛰어나고, 또한 구조적으로 자동화장치를 부가하기에도 용이하므로 테이블 교환구조 및 가공물 자동적재 시스템과 연계되어 레이저 업계의 생산성 향상에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

저가 보급형으로 개발된 한광의 ECHO3015는 최근 사용자들의 생산성 향상 욕구에 따라 확대되기 시작한 Flying Optic형 레이저 가공기 수입시장을 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이번 수출계약이 성사된 중국을 비롯하여 미주, 호주, 동남아로의 레이저 가공기 수출에도 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

더불어 3차원 가공용 Nd:YAG 레이저는 2003년 상반기까지 시제품에 대한 철저한 시험과 적절한 보완과정을 거쳐 2003년 하반기에는 시장에 선을 보일 예정이다.

■ 고출력 UV DPSS 레이저 드릴 -(주)뎃컴씨오케이알

2001년도부터 급성장하고 있는 고밀도 PCB



▲ UV DPSS Laser Drill

적용분야(특히 이동통신 휴대폰용 빌드업 PCB)에서 PCB 기판의 미세가공을 위한 UV 파장의 DPSSL 발전기를 사용한 레이저 천공기술을 한국기계연구원(KIMM)과 공동으로 15억원의 연구개발비와 20여 명의 연구원을 투입하여 3년에 걸쳐서 독자기술로 개발했다.

본 레이저 천공기는 기존 CO₂ 레이저를 사용

한 레이저 드릴의 천공 홀 크기인 100~120um의 한계를 극복하여 50um 이하 천공홀을 확보했으며, 특히 천공속도 면에서는 세계일류기업(ESI, Sumitomo) 수준보다 우수한 초당 300~400개의 결과를 획득했다.

이번에 개발된 UV DPSS 레이저 천공기는 BGA/CSP 반도체 탑재용 PCB 및 MEMS 응용재료 등에 광범위하게 활용되며, 특히 주 적용시장인 휴대폰용 빌드업 기판의 주변요소기술(예, 도금기술)개발이 보완될 시 2005년까지 약 150억원의 수입대체효과 및 270억원의 수출효과를 기대할 수 있다. 그 뿐만 아니라, LCD 프로브 스테이션에 장착되는 필름 타입 프로브 유닛의 핵심소재인 가이드 필름 패터닝에 활용 가능함에 따라 2003년도부터 약 50억 정도의 매출효과를 기대할 수 있다.

‘광학세계’가 여러분을 기다립니다.

1

‘광학세계’가 원고를 모집합니다.

한국광학기기협회에서 격월간으로 발간하는 ‘광학세계’에서 원고를 모집하고 있습니다. ‘광학세계’에 관심을 갖고 계신 관련 업체, 학계, 연구계 및 개인 구독자 여러분들의 많은 참여를 기다립니다.

1. 원고내용 : 연구논문, 회사소개, 제품소개, 국내·외 기술동향, 전시회 참관기 등
2. 원고분량 : 제한 없음
3. 원고마감 : 수시 접수중

※ 기사로 활용할 만한 좋은 소재를 알고 계신 경우 연락주시면 직접 방문 취재하겠습니다.

2

회원사들의 적극적인 참여를 기다립니다

광학세계의 회원사 동정란은 회원사들의 홍보 및 정보 교류 등을 위해 마련된 공간입니다.

인사 및 행사, 회사 업적 소개, 변경 사항 및 신상품 출시 등 홍보를 원할때는 언제든지 연락주시기 바랍니다. 회원사들의 적극적인 참여를 기다립니다.

광학세계 편집부 : TEL.(02)581-2321 FAX. (02)588-7869

E-mail. koma94@chollian.net

