

# 특집 ─ 국가광과학기술 로드맵 요약본

## 레이저 가공 및 측정

### 가. 레이저가공 기술동향 (레이저 기술동향)

■ 레이저가 산업에서 많이 사용됨에 따라 산업의 특성에 맞게 요구되는 기술의 중요도가 조금씩 다르며 현재 산업에서 요구하는 레이저 기술은 다음과 같이 정리할 수 있음

- 소형경량화, 고출력화, 고효율화, 고품질화, 초고속화/극초단화, 파장변환(단파장화/장파장화), 스테이지 정밀 제어, 사용자 편의 향상, 빔 전송 및 집속, 기타 특수 목적 기술 등

■ 산업 분야에서의 대표적인 기술추구방향은 고효율화, 소형경량화, 출력안정화, 빔 전송 및 집속의 간편성 향상, 저가격화 등이 있음

- 고효율화 : 레이저 출력 향상(1 ⇒ 5 ⇒ 10 ⇒ 20 ⇒ 50kW)
  - 봉(rod)형 고출력 고체레이저 ⇒ 디스크(disk)형 고출력 고체레이저
- 소형 경량화 : 가스 레이저 ⇒ 고체레이저
  - 램프 여기 ⇒ 반도체레이저 여기
  - CO<sub>2</sub> 레이저 ⇒ 램프 여기 고체레이저 ⇒ 반도체레이저 여기 고체레이저
- 출력 안정화 : 반도체레이저로 여기 광원을 교체함으로써 출력 안정화 구현
  - 램프 여기 고체레이저 ⇒ 반도체레이저 여기 고체레이저
  - BPP값이 낮을수록 우수한 빔 프로파일 특성을 보유

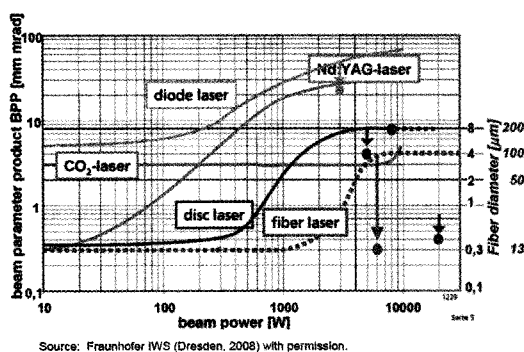


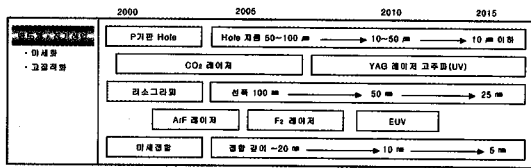
그림 5. 레이저 매질 및 출력에 따른 빔품질과 동향 (고출력화 및 안정화)

- 고품질화 : 다중모드에서 단일모드 레이저 빔으로 발전시킴으로써 레이저 집속도 향상 및 가공 폭 최소화
- 초고속화 : 레이저 빔의 펄스폭을 점점 줄임으로써 가공 대상체의 열영향을 받는 부위 최소화
  - 나노초 레이저 ⇒ 피코초 레이저 ⇒ 펨토초 레이저
- 파장변환(단파장화) : 레이저 파장을 근적외선에서 가시광선 및 자외선으로 변환함으로써 레이저 빔의 집속도 향상 및 가공폭 최소화
  - 파장 1064 nm ⇒ 파장 532 nm ⇒ 파장 355 nm

### 나. 레이저 가공공정기술 동향

- 마이크로 재료가공 기술동향

레이저 가공 및 측정



자료출처 : 일본 광산업진흥협회 주간전자정보

그림 6. IT 산업에서 요구되는 정밀도 추세

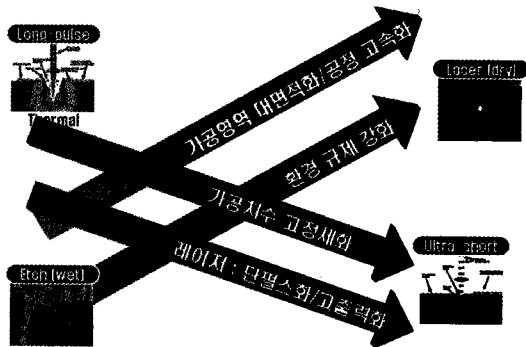


그림 7. 레이저 가공분야의 추세

■ 초정밀/초고속 레이저 가공시스템 핵심요소기술은 레이저 가공공정의 초고속화를 위한 scanner-stage 연동기술, 레이저 가공공정의 초정밀화를 위한 공통 핵심원천기술로써 초정밀 레이저 빔 shaping 기술등을 포함함

■ Scanner-stage 연동 기술은 레이저 빔 집속기구(scanner)와 이송기구(stage)를 on-the-fly 방식으로 연동하기 위한 다축 시스템 제어기술임. 각각의 초정밀/초고속 레이저 가공공정 및 장비에 최적화 된 핵심요소 기술을 개발하기 위해 가공공정 기술과 유기적으로 연계하여 기술 개발함

■ 레이저 빔 shaping 기술은 레이저 빔의 형상(profile)을 점,선,면 등으로 조절하고, 레이저 빔의 에너지 분포

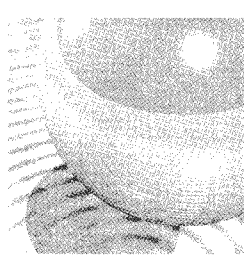
(Gaussian 분포)를 top-hat, hallow 분포 등 다양한 형태로 조절하기 위한 광학계 설계 기술임

■ 대일/대미 무역역조 품목으로 핵심공정기술 및 장비 기술의 개발을 통해 기술종속 탈피 및 무역수지 개선이 시급함. 수입 대비 수출 비율이 증가하고 있으나, 레이저 발전기, 광학기기 등 핵심장비 및 부품을 대부분 수입에 의존하고 있어 국내 레이저 가공장비 업체의 수익성은 지속적으로 열악해지고 있는 실정임

■ 모바일 전자기기, 의료기기, 우주항공 분야에 응용되는 차세대 고부가 PCB인 MLB(Multi-Layer Board), HDI(High Density Interconnect), FPC(Flexible Printed Circuit) 및 유연 전자소자(Flexible Electronics)의 특정 기능 회로 시스템을 설치하는 SOC(System-On-Flexible)용 고기능 PCB의 초정밀/초고속 가공에 적용

■ 유연소재의 태양전지, 인쇄전자소자 등의 초고속 가공에 적용

■ 레이저 기술의 비약적인 발전(출력세기, 빔 특성, 안정도 및 가격 등)으로 종래 기술산업의 발전방향도 큰 영향을 받고 있으며 최근에 발표되기 시작한 수십kW급 이상의 초고출력 레이저를 이용한 융복합 산업의 발전은 또 다른 산업의 장을 키울 수 있다. 조선산업, 원자력산업(원자로 구조물의 제염 및 해체 등) 및 방위산업 등 새로운 산업의 장이 기다리고 있다.



## 다. 레이저가공 기술로드맵

### ■ 전략기술 체계도

대분류	중분류	세부분류
신개념 레이저 기반 초정밀/초고속 가공시스템 개발	신개념 레이저 발전기 기술	고품질/고출력 diode 레이저 기술
		고품질/고출력 fiber 레이저 기술
		고품질/고출력 DPSS 레이저 기술
	초정밀/초고속 레이저 가공공정 기술	초정밀/초고속 레이저 드릴링/절단 기술
		초정밀/초고속 레이저 패터닝 기술
		초고속 레이저 스크라이빙 기술
		초고속 레이저 트리밍 기술
		초정밀 레이저 접합 기술
		초고속 레이저 표면제어 기술
	초정밀/초고속 레이저 가공시스템 핵심요소기술	초정밀/초고속 레이저 스캐너 기술
		초정밀 빔 shaping 기술
		초정밀/대추력 스테이지 기술
		실시간 초정밀/초고속 scanner-stage 연동 기술
		비접촉식 초고속 형상 측정 기술
		초고속 레이저 빔 모니터링 기술

### ■ 전략기술의 로드맵 (~2020년) ※ 산업기술로드맵 참고 - 초미세 레이저 가공 시스템

제품/기술	성능 특징	연기율			기술 수준	특성
		2006-2008	2009-2011	2012-2015		
초미세 레이저 가공 시스템	발전기 기술	초미세 시스템용 광학계 설계 기술				미세화
		광파노 스테이지 초정밀도 기술				초정밀 기술 기반화
		실시간 호박재 절삭 기술				
	절삭 기술	대면적 가공용 평평도 정밀도 기술				
		피에조 스테이지 미세 위치 기술				
		실시간 레이저 출력 제어 기술				
	가공 기술	가공 공간 모델링 / 피스 절삭용 위치 기반 제어				
		다중소재 고속 절삭 기술				
		대면적 평면 절삭 기술				
		대면적 절삭용 진동 기술				
시스템	다중소재 절삭용 위치 기반 제어					
	대면적 평면 절삭용 위치 기반 제어					
	대면적 평면 절삭용 위치 기반 제어					
시장 규모	국내	0.9억 \$/년	1.4억 \$/년	1.2억 \$/년	중점	국내시장 점유율 확대
	해외	0억 \$/년	1.9억 \$/년	0억 \$/년	중점	해외시장 진출

### - 고능률 복합 가공시스템

제품/기술	성능 특징	연기율			기술 수준	특성	
		2006-2008	2009-2011	2012-2015			
고능률 복합 가공 시스템	복합 공정	MC-TC	MC-TC, MC-Grinding	3개용 이상		복합화	
		복합 제어장치	계통간 동기 제어	계통간 고속 고정밀 연동 제어		복합화 고정밀화	
	복합 구동 요소 기술	복합 구동	절삭용 및 공간오차 보정	지능적 적응 제어		복합화 고정밀화	
		복합 구동 요소 고속화	다중/복합 가공공정 생성 기술	복합 가공공정 시뮬레이션 최적화		고속화	
	시스템	복합 구동 요소 고속화	주축 20,000rpm	90,000rpm	60,000rpm		
		시스템	레이저/절삭 연동	레이저/절삭 연동	100mm/min 이상(정밀)		복합화 고속화
	고속 레이저 가공 시스템	레이저 공정	광속고속, 복합공정 결합	초정밀, 워터닝/트리밍	복합형 3차원 형상 대응		고속화 고정밀화
		요소 기술	고속, 복합 가공공정 운용 기술	반가운 소재 광경 및 좌각화 기술			고정밀화 고속화
		시스템	고속 레이저 소스 기술	가공공정 모델링/피스 절삭용 핵심			고속화
	시장 규모	국내	0.3억 \$/년	0.6억 \$/년	1.2억 \$/년	중점	국내시장 점유율 확대
해외		0억 \$/년	1.6억 \$/년	2.4억 \$/년	중점	해외시장 진출	