

빔 위치 자동 정렬을 이용한 레이저 출력 안정화 장치 개발 :

(Laser stabilization system by automatic beam pointing alignment)

레이저 공진 내에 별도의 여기광 레이저 빔에 의해 집속 여기하는 방식의 광펌핑 레이저 구조에서, 미세하게 변동하는 여기광 빔 위치를 자동 정렬하여 그 위치가 고정되도록 하여 레이저 출력을 안정화시키는 장치를 개발하고자 한다. 이 방법은 연속적으로 발진하는 레이저 뿐 만 아니라, 초고속 펄스 레이저에도 적용할 수 있다. 별도의 펌핑 레이저로 여기하는 방식에 있어서, 발진 레이저 이득매질에 집속되는 여기광의 위치는 실제로

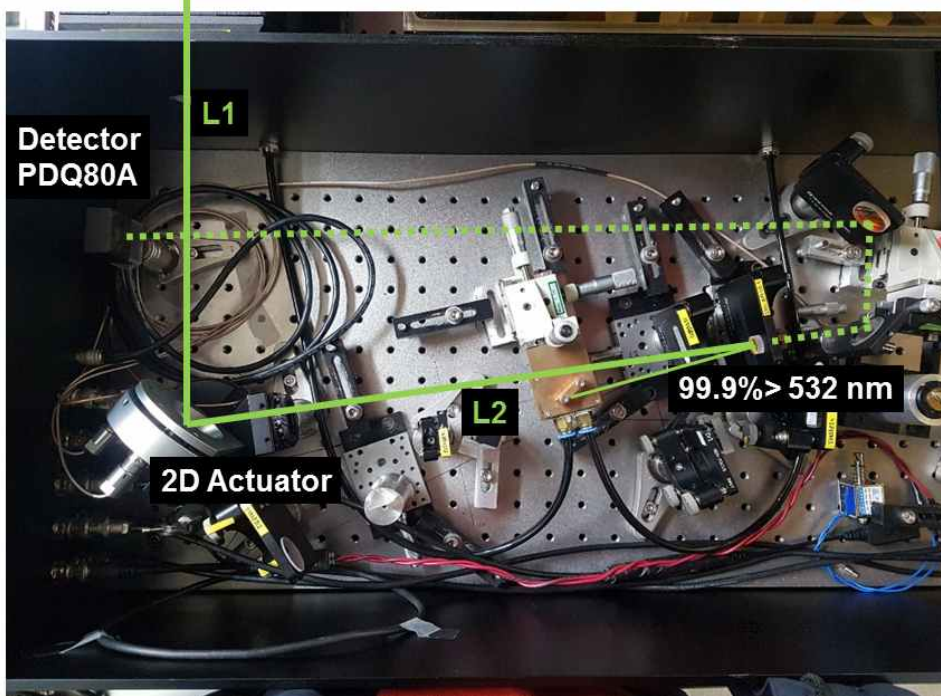


그림 1. 여기광 빔락 장치를 공진기 내 구축하기 위한 안정화 장치 설치 예시

빔의 위치를 모니터링 하면서 여기광 위치 조절용 마운트에 압전소자(Piezo-electric transducer:PZT) 쌍을 붙여서 레이저 이득 매질에 집속되는 여기광 위치를 항상 고정시키는 닫힌 루프(closed loop)의 비례·적분·미분(Proportion Integral Differential:PID)제어를 사용을 도입한다. 여기서 PZT는 위 그림 1 내 2D Actuator에 장착하였고, 여기광 위치를 모니터링하기 위해, 여기광 위치를 4등위(Quadrant)로 구분하여 파악된 현재 빔의 위치를 영점 위치로 하고(위 그림 1내 Detector PDQ80A) 변동하는 여기광 위치를 영점으로 회귀하도록 PZT 제어기(위 그림1과 별도로 위치한 장치) 고전압이 발생하도록 저전압을 발생시키는 빔 위치 자동 정렬장치(위 그림 1과 별도로 위치한 장치, Beam Auto-Aligner)를 이용한다. 전체 레이저 공진기는 공기 흐름에 따른 발진 특성 변동을 최대한 억제하기 위해 밀폐된 레이저 용기(box) 구조를 갖도록 구성한다.

장시간에 걸친 안정된 광원을 제공하기 위하여, 이전의 공진기 개발과는 달리 여기광 빔의 변동으로 인한 출력 특성의 불안정을 최대한 억제하기 위해 여기광 빔락 장치(Beam Pointing-Lock System: BLS)을 공진기 내외에 도입한다. 기본적인 아이디어는 실내 온도 변화나 공진기 내 광학마운트들의 이완에 따른 모든 환경적인 변화나 변동이 여기광 빔의 위치 변동 결과로 나타난다는 점에 착안하여, 여기광 빔의 위치를 모니터링 하면서, 여기광 위치 조절용 마운트에 PZT 쌍을 붙여서 펄스 레이저 이득 매질에 집속되는 여기광 위치를 항상 고정시키는 닫힌 루프(closed loop)의 PID 컨트롤러가 내장된 자동정렬 빔정렬기를 도입한 점이다. 공진기는 공기 흐름에

따른 발진 특성 변동을 배제하기 위하여 밀폐된 레이저 용기(box)안에 공진기를 구성되도록 하였다. 여기광과 출력광 모두 밀폐된 Brewster Windows를 통해 입사되어, 외부 진동으로부터의 영향을 최대한 줄이도록 한다.

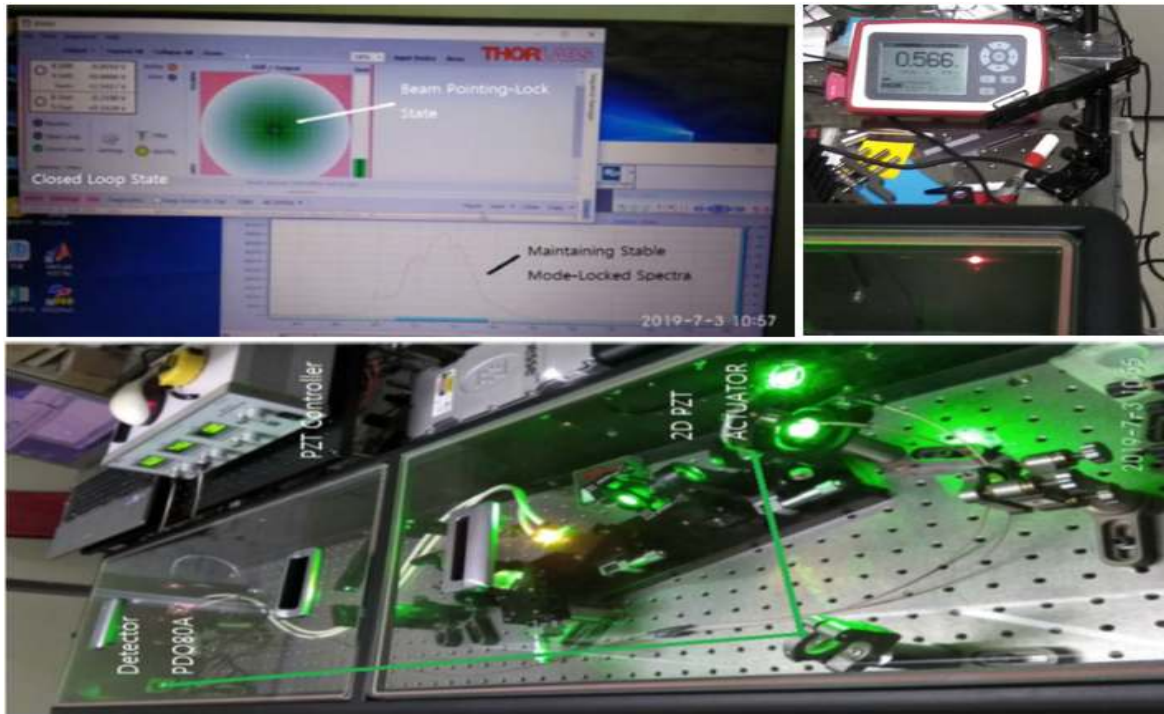


그림 2. 여기광 위치가 고정된 가시광선 파장영역의 펄스초 공진기 구조 및 닫힌 루프(closed loop) 상태에서 안정적으로 지속되고 있는 발진 파장 스펙트럼 및 출력 세기.

PZT 제어로 여기광을 미세 조정하기 위해서 사용된 2D PZT 액츄에이터는 독일 Piezomechnik사의 FES150/5/12 M12(BD)를 사용하였고, PZT 컨트롤러는 미국 Thorlab사의 MDT693B를 사용한다. 여기광 위치를 4등위(Quadrant)로 구분하여 모니터링하기 위해서 Thorlab사의 실리콘 기반 위치 센서인 PDQ80A를 사용하였으며, 또한 4등위로 구분하여 파악된 현재 빔의 위치를 영점 위치로 회귀(closed-loop)하도록, PZT 컨트롤러에 고전압(150V)을 발생하도록 저전압을 제공하는 빔 위치 자동정렬장치(Beam Position Auto Aligner)로서 Thorlab사의 KPA101를 사용한다. 이러한 장치와 기구들을 이용하여 여기광 위치가 잘 고정되었으며, 가시광선 파장영역에서 발생된 펄스초 펄스들은 수십 시간 동안 안정되고 일정한 출력이 지속되는 결과를 얻을 수 있다. 그림 2은 안정된 펄스를 발생시키는 레이저 공진기 구조를 나타내며, 또한 여기광 위치가 고정된 closed-loop 상태의 여기광 위치가 타겟 위치에 고정된 상태를 나타내고 있다. 또한 이때의 펄스초 펄스의 파장과 출력을 각각 나타내고 있다. 그림 2에서처럼 여기광 위치가 고정됨에 따라 펄스초 광원은 매우 안정된 상태로 출력 변동이 거의 없이 장시간 유지되며, 중심파장은 707nm로서 파장 선포는 15nm 이상이며, 출력 세기는 550mW이상으로 출력세기 변동은 2-3mW 이내로 안정화 할 수 있다.

빔 위치 자동 정렬 시스템 구동 방법 :

1. PZT 제어기 앞쪽 패널에 있는 X, Y, Z BNC 터미널 중에 임의의 2개를 사용하여, X 및 Y 축 PZT 제어용 입력 신호로 사용한다. 이는 이들 BNC 두 단자들은 Auto Aligner 장치 내 X & Y 축 출력 신호들을 BNC 케이블로 연결하여, PZT 제어기 앞 쪽 패널에 있는 해당 X & Y축 BNC 단자에 바로 연결한다.

2. PZT 제어기 뒤쪽 패널에 있는 X, Y, Z BNC 터미널 중에 선택한 X축 및 Y축 BNC 단자에 각각 BNC 케이블을 연결하고, 이들이 공진기 내에 있는 여기광용 Gimbal Mount에 있는 X축 및 Y축 제어용 PZT actuator에 바로 연결한다. 이때 연결은 레이저 박스에 있는 BNC 단자 블록에 있는 BNC 단자들을 이용한다.
3. PZT 제어기 앞에 있는 X축 및 Y축 PZT 들은 최대 입력 전압이 150V 이므로, 이들의 중간값이 60~80V로 세팅하고, Gimbal 마운트를 손으로(manual) PZT 액추에이터를 미세하게 조절하여, 레이저 결정 및 공진기 미러들을 중앙에 통과하도록 정렬한다.
4. PZT 제어기 장치에 있는 파워스위치는 끄더라도 현재의 세팅값을 기억하고 있으므로, 전원스위치를 언제든 끄더라도 상관없다.
5. Closed Loop 상태에서 각각의 PZT 제어된 전압의 변동은 대략 0.5mV 이내로 제어됨에 유의한다.

< 시작품 제작 관련 국내 특허 출원 내역 >

특허도

Page 1 of 2

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.01.25
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2021-0010453 (접수번호 1-1-2021-0098440-13)
(DAS접근코드B3BA)
출원인명칭 건국대학교 글로벌산학협력단(1-2015-074813-0) 외 1명
대리인성명 박봉서(9-2011-000544-4)
발명자성명
발명의명칭 여기광 레이저빔의 자동 정렬을 이용한 안정형 광평핑 레이저

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허도(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간: 특허실용신안은 12개월, 상표디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자전고환허가서(PTO/38/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 통보된 안내서를 참조하시기 바랍니다.