

Opto-Hertzian 효과를 이용한 고주파 여기식 슬랩 CO₂ 레이저의 출력 안정화

최종운[†]

호남대학교, 정보통신공학부
Ⓣ 506-714, 광주광역시 광산구 서봉동 59-1

우삼용

한국표준과학연구원, 물리표준부
Ⓣ 305-600, 대전광역시 유성구 도룡동 1번지

김규식 · 이영우

목원대학교, 전자공학과
Ⓣ 302-729, 대전광역시 서구 도안동 800번지

(2004년 5월 12일 받음, 2004년 7월 22일 수정본 받음)

본 연구에서는 opto-Hertzian 효과를 이용하여 고주파 여기식 슬랩형 CO₂ 레이저의 출력을 안정화하였다. 슬랩레이저 공진기속의 복사선 세기가 변화할 때 opto-Hertzian 효과에 의해서 공진기의 방전 임피던스도 함께 변화한다. 이에 따라 공진기로 입사 또는 반사되는 고주파 에너지 값도 변화한다. 이같은 변화를 결합 루프를 통해 검출하여 고주파 성분을 제거한 후 록인 안정기에서 발생시킨 오차신호를 기준신호로 사용하여 슬랩 레이저의 출력을 안정화하였다. 본 방법으로 안정화된 레이저의 출력 변동률이 0.2%로 개선됨을 확인하였다.

주제어 : slab waveguide, RF excited, CO₂ laser, unstable resonator, Opto-Hertzian.

I. 서 론

Bridges 등에 의하여 1972년 최초로 제안된 슬랩 도파관 (slab waveguide) CO₂ 레이저는 1978년 Lachambre 등에 의해 고주파 횡 여기 방식으로 CO₂ 레이저를 발전시켜 연속 발진 CO₂ 레이저를 처음으로 개발하였으며, 그 후 많은 연구자들에 의해서 슬랩 도파관 CO₂ 레이저가 연구되고 있다.^[1-7] 슬랩 CO₂ 레이저는 두 개의 판형 전극을 마주보게 배치하고, 전극에 100 MHz ~ 150 MHz의 고주파(RF: Radio Frequency)를 가하여 판형 전극 사이에 플라즈마를 발생시킨다. 전극 사이의 간격을 1~3 mm로 좁게 할 경우에 고주파 방전 공간은 CO₂ 레이저 파장에 대해서 광도파로(waveguide)로서 작용하게 된다.^[8] 따라서 단위 체적 당 방전 입력을 높게 할 수 있으며, 매질의 단위 부피당 여기 에너지가 증가되어 보다 쉬운 레이저 발진이 가능하며, DC 여기 방식에 비해 10배에서 100배정도 빠르게 혼합가스를 이온화시킬 수 있으므로 레이저의 수명을 오랫동안 유지할 수 있다.^[9] 이와같은 장점을 갖는 슬랩형 CO₂ 레이저는 현재 라이다용 광원, 고분해 분광학, 레이저 레이다, 주파수 표준기 등과 같이 여러 분야에서 사용되고 있다. CO₂ 레이저를 이와 같은 응용 분

야에 적용하기 위해서 레이저의 출력과 주파수를 안정화해야 한다. 본 연구에서는 Negative branch 불안정형 공진기를 갖는 슬랩 도파관 CO₂ 레이저를 제작하고 레이저의 출력을 안정화 하였다.

레이저의 출력과 주파수를 안정화 하기 위해서는 레이저 공진기를 구성하는 두개 반사경 사이의 거리가 공진기의 내외부 상태에 관계없이 항상 일정한 간격이 유지되도록 하여야 한다.^[1] 일반적으로 레이저 공진기의 반사경간의 거리를 일정하게 유지하기 위한 기준으로 안정화하고자 하는 레이저 자체의 이득곡선을 사용한다. 즉 이득곡선의 꼭지점에서 레이저가 동작할 수 있도록 반사경의 간격을 정밀하게 조절하면, 이득곡선의 급격한 경사를 따라서 레이저의 출력이 변화하는 것을 방지할 수 있으므로 레이저의 출력 및 주파수 안정도가 크게 향상된다.

레이저의 출력과 주파수를 안정화 하기 위해서 이득곡선의 꼭지점을 찾는 방법은 많은 연구자들에 의해서 여러 가지 방법이 발표되었다. 이들 방법의 공통적인 사항은 레이저 공진기의 한쪽 반사경에 PZT를 부착한 뒤 임의의 주파수로 공진기 길이를 변화시켜, 이에 따라서 레이저 출력의 크기도 똑같은 주파수로 진동하는 레이저의 출력을 기준 신호로 하여 안정화를 하는 점이다. 이때 변조된 레이저 출력신호를 검출하는 방법으로 다음과 같은 세 가지 방법을 많이 사용한다. 첫 번째 방법은 레이저 출력의 일부를 광분할기로 분할하여

[†]E-mail: woon@honam.ac.kr

기준신호로 사용하는 방법이다. 이 방법은 가장 쉽게 안정화를 할 수 있으나 레이저 출력이 광 분할기를 통과하므로 광 출력이 감소되고 레이저 횡모드가 변화 될 수 있는 단점이 있다. 두 번째 방법은 공진기 내부 혹은 외부에 고전압 직류 방전관과 같은 기준 관을 설치하여 방전관에서 발생하는 진동신호를 기준신호로 사용하는 방법이다.^[2] 이 경우는 레이저의 발진효율이 저하될 수 있고 레이저 구조가 복잡하다는 단점이 있다. 세 번째 방법은 안정화 하고자 하는 공진기 속의 복사선 세기가 레이저 출력과 함께 변화할 때 레이저 방전관 속에서 발생하는 물리적인 현상을 기준 신호로 이용하는 방법이다.^[3-5]

본 연구에서는 위 세 번째 방법을 불안정 공진기의 구조인 슬랩 CO₂ 레이저의 출력 안정화에 적용하였다. 공진기의 한 쪽 반사경에 PZT를 부착하여 임의의 진동수로 공진기 길이를 변조할 때 공진기에서 발생하는 Opto-Hertzian 신호를 기준신호로 사용하여 레이저의 출력을 안정화하였다.

II. 안정화를 위한 기준신호 검출

페브리페로(Fabry-Perot) 공진기로 동작하는 기체 레이저의 발진 주파수와 출력은 공진기의 광학적 길이에 의해서 결정된다. 따라서 레이저의 발진 주파수와 출력을 안정화시키려면 공진기의 광학적 길이가 사용 환경으로부터 영향을 받지 않도록 하거나 변형된 값을 보상해주어야 한다. 레이저 공진기의 광축상에 놓인 PZT 위에 반사경을 설치하고, PZT를 임의의 주파수로 진동을 가하면 공진기 길이는 임의의 주파수로 진동하게 된다. CO₂ 레이저는 높은 효율을 가지고 있으므로 공진기의 정열을 바꾸는 방법 등을 이용하여 공진기 내부의 레이저 복사선 세기를 변화시키면 거시적 매개 변수 즉 광의 세기, 스펙트럼 분포, 가스 압력, 방전 전류와 방전 임피던스 등의 모든 것이 함께 변하게 된다.^[6,7] 이때 공진기 속의 복사선의 세기는 안정형 공진기의 경우 레이저 이득곡선을 따라서 같은 진동수로 변조되게 된다. 공진기 속의 복사선의 세기가 1% 정도만 변화하여도 방전 임피던스가 상당한 변화(~0.1%)를 일으키게 된다.^[6] 이와 같은 고주파 방전관의 임피던스 변화는 입사되는 고주파 에너지의 변화로 나타나게 된다. 따라서 이 변화를 축전기를 사용하여 일부를 분리한 뒤 고주파성분을 제거하면 순수한 임피던스 변환분, 즉 공진기 내부의 복사선 변화를 측정할 수 있다.

공진기 속의 복사선의 세기가 변화할 때 연속발진 레이저의 DC방전 임피던스가 변화하는 현상을 Opto-galvanic 혹은 Opto-voltaic 효과라 하고, 고주파 방전형 레이저에서 발생하는 임피던스 변화를 DC방전과 구분하기 위해서 Opto-Hertzian 효과라 한다.^[8] 고주파 방전형 레이저의 공진기 속에서도 복사선 세기가 변화하면 방전관의 임피던스가 변화하게 된다. 이 변화는 고주파 방전관으로 입력되는 고주파 에너지의 입사량과 반사량의 변화로 나타난다. 따라서 공진기에 부착된 PZT 진동에 의해서 레이저 출력이 변조되면 이는 고주파 여

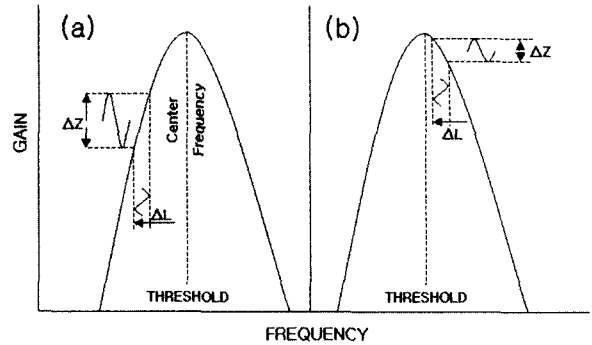


그림 1. 레이저 이득곡선과 동작점에 따른 방전관 임피던스 변화.
 (a) 이득곡선의 꼭지점으로 부터 먼 거리에서 동작하는 레이저의 출력변조에 따른 공진기 방전 임피던스 변화.
 (b) 이득곡선의 꼭지점 부근에서 동작하는 레이저의 출력변조에 따른 공진기 방전 임피던스 변화.

기 입력의 변화로 나타나므로 이 신호를 안정화용 기준신호로 사용하였다.

그림 1은 가스 레이저의 페브리페로 공진기(안정형)에서 일반적인 레이저의 이득곡선을 보여주고 있다. 또한 이득곡선은 가우스형 분포, 로렌츠형 분포 및 레이저 천이선의 자연선폭의 합으로 나타나게 된다. 여기서, ΔL 은 변조된 공진기의 길이 변화량이며 ΔZ 는 임피던스 변화량을 나타낸다. 그림 1(a)의 중심주파수를 중심으로 좌측부분에서 ΔL 의 변화량에 대해 ΔZ 값은 크게 변화함을 알 수 있다. 그림 1(b)의 중심주파수 근처에서는 ΔL 의 변화량에 대해서 작은 ΔZ 값을 갖는다. 즉 레이저의 출력이 증가할수록 임피던스가 감소하기 때문에 임피던스가 변화된다는 것을 알 수 있다. 이러한 임피던스 변화를 PZT를 이용하여 변조하게 된다. 공진기 길이 ΔL 은 임의의 주파수로 진동하게 된다. 광의 세기는 레이저 이득곡선을 따라서 같은 진동수로 변조되게 된다. 평균 모드 주파수가 중심 주파수보다 낮다면, 광의 세기와 임피던스 변화 ΔZ 의 위상은 반대이고, 모드 주파수가 중심 주파수보다 높으면 임피던스 변화의 크기는 발진선 중심으로 주파수 차와 같이 증가한다. 이와 같은 레이저 공진기의 임피던스 변화에 따라서 입사되는 고주파 에너지도 변하게 되므로 고주파 에너지 주입구에 축전지, 즉 검출회로(detection circuit)를 연결하면 고주파 성분이 제거된 순수한 공진기 내부의 복사선 세기를 검출할 수 있다.^[9] 검출한 Opto-Hertzian 신호를 Lock-in stabilizer의 주파수 분별기를 이용하여 오차신호를 만든 뒤, 이를 다시 PZT에 귀환시키는 방법으로 레이저의 출력을 안정화 하였다.

III. 실험 및 결과

3.1. 실험장치

본 실험에 사용한 공진기의 구조는 negative branch형의 반사경을 사용한 불안정 공진기의 구조로 되어있다.^[10] 전극사이에서 플라즈마가 발생하는 크기는 40(폭) × 2(간격) ×

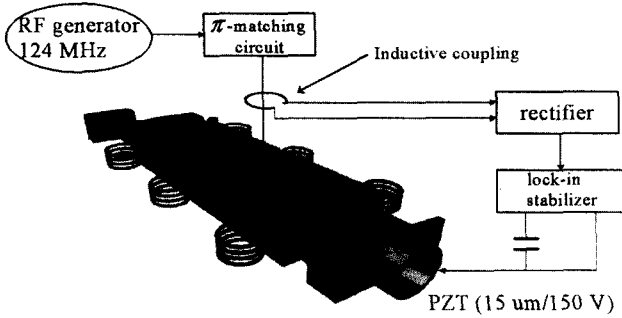


그림 2. 슬랩 CO₂ 레이저 출력 안정화 장치도.

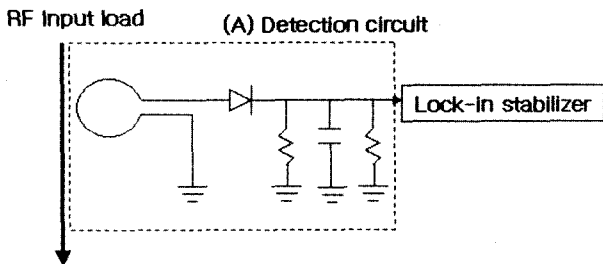


그림 3. Opto-Hertzian 신호 검출회로.

400(길이) mm³ 이다. 실험 조건은 고주파(RF) 여기 주파수는 124 MHz, 공진기 압력은 20 torr, 200 W의 RF 입력파워를 공진기에 인가시켜 플라즈마를 발생시킨다. 플라즈마가 발생됨과 동시에 파워미터에서 레이저 출력을 측정하고 기록하게 된다.

그림 2는 레이저의 출력안정화를 위한 실험 장치도를 나타내고 있다. 레이저 공진기의 광축상에 놓인 PZT에 전반사경을 설치하고 Lock-in stabilizer(LANSING : Model : 80.215)에서 발생하는 520 Hz의 정현파를 PZT에 인가하였다. 이때 Opto-Hertzian 효과에 의해 발생하는 Opto-Hertzian 신호를 검출하는 방법으로 그림 3과 같은 루프 결합회로를 사용하였다. 루프 결합회로를 고주파 에너지를 공급하는 전극 주위에 설치하여 신호를 유도하였다. 유도된 신호는 검파기를 사용하여 고주파 성분을 제거한 뒤 기준신호로 사용하였다. 기준신호를 록인 안정기에 귀환시켰을때 이득곡선의 꼭지점 이외의 부분에서 레이저가 동작할 경우 오차신호가 발생하므로 이를 PZT에 귀환시키는 방법으로 안정화를 하는 구조로 구성 하였다.

3.2. Opto-Hertzian 신호 검출

PZT에 520 Hz 정현파를 인가 하여 공진기의 길이를 변조시킬 때 발생하는 Opto-Hertzian 신호를 확인하기 위해서 PZT에 Lock-in stabilizer에서 발생하는 약 30 Vp-p 전압의 정현파(520 Hz)를 가하였다. PZT 진동에 따라서 레이저 출력이 520 Hz로 변조가 되고, 레이저의 출력변조는 Opto-Hertzian 효과에 의해서 고주파 방전관의 임피던스를 변화시킨다. 따라서 입사되는 고주파 에너지의 값도 변하게 된다.

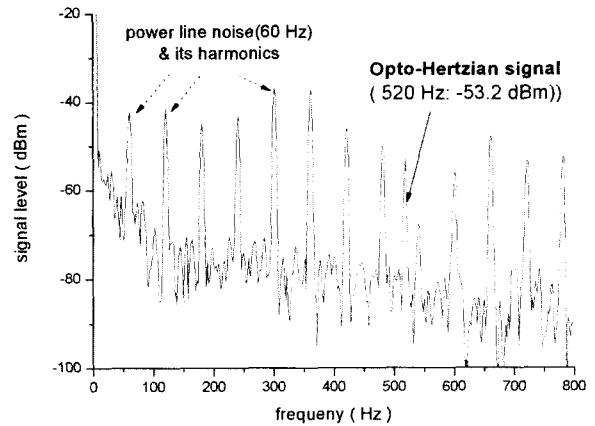


그림 4. Opto-Hertzian 신호(520 Hz)의 스펙트럼.

그림 4는 그림 3의 검파기에서 나오는 신호를 신호분석기(Stanford Research System: SR-780)를 사용하여 관찰한 그림이다. 약 -53.2 dBm의 520 Hz의 Opto-Hertzian 신호가 있음을 확인할 수 있다. 즉 PZT의 미약한 진동에 의한 공진기의 길이변화를 Opto-Hertzian 효과를 이용하여 전기적 신호로 검출할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 Opto-Hertzian 신호 주위에 보이는 신호들은 실험실 상용전원에서 유도되는 60 Hz 잡음과 이 잡음신호의 고주파 성분임을 확인할 수 있다.

3.3. 공진기 길이 변화에 따른 Opto-Hertzian 효과 신호

레이저 이득곡선에 따른 Opto-Hertzian 신호의 크기 변화를 측정하였다. PZT에 정현파와 함께 0~130 V까지 약 75 초 동안 천천히 증가하는 램프(ramp)신호를 가하여 공진기 길이를 변화시켰다.

그림 5는 PZT에 램프신호 인가 시 레이저의 출력변화와 Opto-Hertzian 신호를 보여주고 있다. 공진기의 길이가 변화할 때 레이저 출력변화에 대응하는 방전전류는 Opto-Hertzian 효과에 의해서 그림 5(a)와 같이 변화한다. 발진선의 이득곡

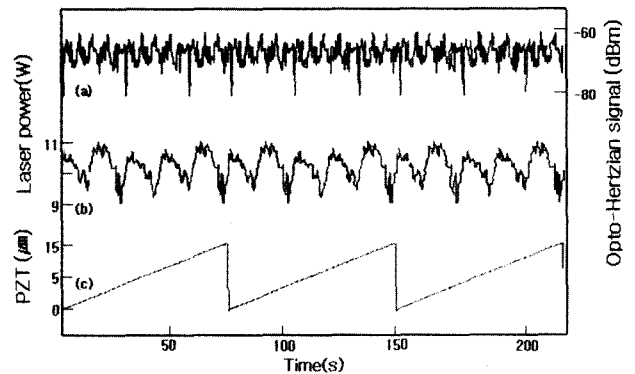


그림 5. 이득곡선과 Opto-Hertzian 신호.

- (a) Opto-Hertzian 신호(dBm).
- (b) 레이저 출력(W).
- (c) PZT 길이 변화.

선, 즉 본 실험에서 사용한 불안정 공진기의 출력 곡선은 공진기의 길이에 따라서 그림 5(b)와 같이 변화한다. 그림 5(c)는 공진기에 램프신호가 인가되는 시간과 PZT의 변화된 길이를 보여주고 있다. 그림 5(b)에서 램프신호에 이득곡선이 반복되는 것을 확인할 수 있다.

그림 6은 레이저 출력에 따른 라인 천이열을 CO₂ 스펙트럼 분석기(Optical Engineering Inc.)를 이용하여 측정한 그림이다. 측정 시 공진기의 압력은 50 torr, RF 입력 파워는 80 W로 인가하였다. 그림 6에서 보는 것처럼 P14에서 P24까지 라인 천이열이 반복됨을 확인할 수 있다. 천이열 선택은 사용한 그레이팅의 회전각에 의해서 결정되었으며, 본 실험에서는 P14에서 P24 라인에 해당하는 부분만을 표시하였다.

3.4. 출력안정화 결과

Opto-Hertzian 신호를 lock-in stabilizer에 귀환시킴으로써 레이저의 출력 안정화를 실험하였다. 먼저 PZT에 가하는 DC 바이어스 전압을 가변하여 P18의 라인 천이열에 해당하는 이득곡선의 꼭지점 주위에서 레이저가 발진하도록 한 다음, lock-in stabilizer의 귀환루프를 작동시키면 된다. 이때 PZT에 가해지는 3가지 신호는 다음과 같다. 동작점을 찾기 위한 DC 바이어스 전압, 레이저 공진기의 길이를 미세하게 진동시키면서 Lock-in amp의 참조신호로 사용하는 520 Hz의 정현파 신호 전압, 오차신호를 적분한 뒤 증폭한 보상신호전압이다.

PZT에 520 Hz의 정현파를 가하면 레이저의 출력은 그림 5-(b)와 같이 변조된다. 또한 Opto-Hertzian 효과로 인하여 방전관의 임피던스도 변조된다. 고주파 방전기의 임피던스 변화에 따라서 방전기로 입사 또는 반사되는 고주파 에너지 값도 같은 주파수로 변조된다. 이 변조된 신호를 검파기에 통과시키면 고주파 신호를 제거한 Opto-Hertzian 신호만을 얻을 수 있다. Lock-in stabilizer를 사용하여 정현파를 기준으로 해서 검파하여 구한 Opto-Hertzian 신호를 검파하면 이득곡선의 기울기에 비례하는 전압을 구할 수 있고, 이득곡선의 꼭지점의 위치를 알 수 있다. 검파된 신호는 적분된 뒤 DC

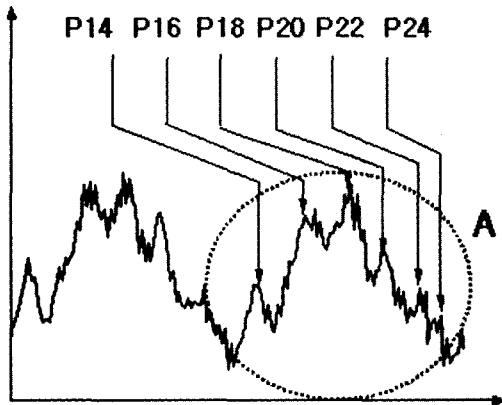


그림 6. 레이저 출력에 따른 라인 천이열의 스펙트럼 분석.

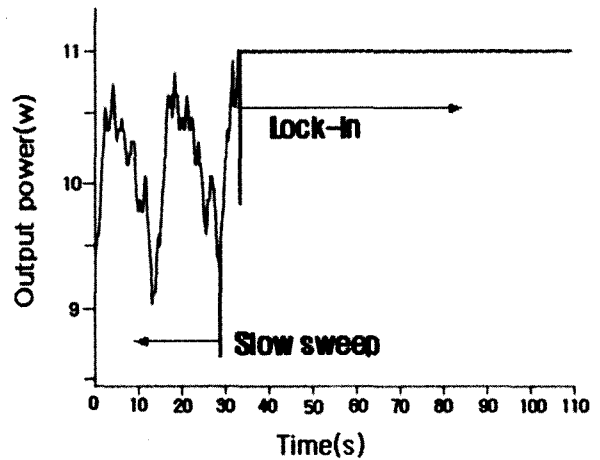


그림 7. 출력 안정화 전과 안정화 후의 레이저 출력 변화.

전압으로 바뀌어 PZT에 다시 공급된다. 이때 적분 값은 검파된 신호의 크기가 영이 될 때까지 레이저 공진기 길이를 계속 변화시켜 레이저가 이득곡선의 꼭지점에서 발진하도록 한다.

공진기 길이 변화에 따른 Opto-Hertzian 신호검출의 실험에서 레이저 이득곡선의 꼭지점(최대점: P18)이 DC 바이어스 전압을 약 57 V인가할 경우 발생되는 것을 확인하였다. 따라서 Lock-in stabilizer를 이용하여 DC 전압을 57 V로 인가한 후 그 부분의 최대 이득곡선에 안정화를 시도하였다.

이러한 과정으로 이득곡선의 최고점에 안정화를 시도하여 얻은 결과는 그림 7과 같다. 그림에서 slow sweep부분은 PZT에 램프신호를 인가했을 경우의 이득곡선의 변화를 보여주고 있으며, lock-in 부분은 57 V의 DC 바이어스를 인가한 후 출력 안정화를 실험한 결과값을 보여주고 있다.

실험결과 안정화 전 즉 slow sweep 부분에서는 출력변동이 약 ± 1.0 W의 흔들림이 나타났다. 하지만 Opto-Hertzian 효과를 이용하여 출력 안정화를 했을 경우 약 ± 0.02 W의 흔들림이 나타났으며, 출력 변동률이 안정화 전에 비해 1/50 수준으로 줄어들었음을 확인하였다.

IV. 결 론

본 연구에서는 저출력에서 고출력까지 많은 분야에서 사용하는 CO₂ 레이저 중에서 RF 여기에 의한 슬랩 도파관 CO₂ 레이저의 출력 안정화에 관해 연구하였다.

레이저를 자유 동작시켰을 때 레이저의 출력이 불안정하여 약 ± 1 W 정도의 흔들림을 보였다. 출력 안정화 실험은 고주파 여기형 CO₂ 레이저의 공진기 내의 복사선의 세기가 변화할 때 방전관의 임피던스가 변화하는 Opto-Hertzian 효과를 이용하였다. Opto-Hertzian 효과로 얻은 신호를 이용하여 레이저 출력을 이득곡선의 꼭지점에 안정화하는데 적용하였다. 먼저 PZT에 Lock-in stabilizer에서 발생하는 520 Hz(30 Vp-p) 정현파를 인가하면 Opto-Hertzian 효과로 인하여 발생

하는 신호를 검출회로로 검출하여 고주파 성분을 제거한 후 네트워크 분석기로 -53.2 dBm 크기의 Opto-Hertzian 신호를 확인하였다. 또한 공진기의 길이에 따른 레이저 이득곡선을 찾기 위해 램프신호를 PZT에 인가하였다. 그 결과 이득곡선이 반복됨을 확인하였다. 이득곡선의 꼭지점(P18: 천이열)이 DC 바이어스가 약 57 V일 경우로 확인되었다. 따라서 PZT에 가하는 DC 바이어스 전압을 57 V로 가변하여 P18의 라인 천이열에 해당하는 이득곡선의 꼭지점 주위에서 레이저가 발진하도록 한 다음, lock-in stabilizer의 궤환루프를 작동시켜 안정화를 시도하였다.

그 결과 고주파 여기형 슬랩 CO₂ 레이저는 안정화를 시도하기 전 출력 변동이 약 ± 1.0 W의 흔들림이 나타났지만, Opto-Hertzian 효과를 이용하여 출력 안정화했을 경우 약 ± 0.02 W의 흔들림을 보였으며, 출력 변동률이 안정화 전에 비해 1/50 수준으로 줄어들었음을 확인하였다.

본 레이저 안정화 장치는 레이저 공진기 자체에서 발생하는 Opto-Hertzian 신호를 안정화 기준 신호로 사용하므로 기존의 안정화 장치에 비해 장치가 대단히 간단한 구조를 가짐을 알 수 있다. 또한 본 안정화 방법은 고주파로 여기 되는 CO 레이저와 Xe 레이저 부분에서도 출력 및 주파수 안정화 부분에 똑같이 적용이 가능하다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 과학기술부의 국제공동연구지원사업(M60142000007-03A0100-08910)에 의하여 이루어진 연구로서 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] L. Zink, F. S. Pavone, R. Meucci, M. Prevedelli, and M. Inguscio, "External cell optogalvanic stabilization of a CO₂ laser : Quantitative analysis and frequency measurement in the sequence band, *Optic com*, vol. 77, no. 1, pp. 41-44, 1990.
- [2] W. Rohrbeck, A. Hinz, P. Nelle, M. Gondal, and W. Urban, "Broadband Mid-infrared laser magnetic resonance spectrometer for the spectral range of 1200-2000 wavenumbers", *Applied phys. B*, vol. B31, no. 3, pp. 139-144, 1983.
- [3] A. L. S. Smith and S. Moffatt, "Opto-galvanic stabilized CO₂ laser", *Optic com*, vol. 30, no. 2, pp. 213-217, 1990.
- [4] M. J. Kavaya, R. T. Menzies, and U. P. Oppenheim, "Optogalvanic stabilization and offset tuning of a carbon dioxide waveguide laser", *IEEE Jour of Quantum Elec*, vol. QE-18, no. 1, pp. 19-21, Jan. 1982.
- [5] M. L. Skolnick, "Use of plasma tube impedance variations to frequency stabilize a CO₂ laser", *IEEE Jour of Quantum Elec*, pp. 139-140, Feb. 1970.
- [6] H. Willam, Elbers. Thomason and Don C, "Inexpensive method to stabilize the frequency of a CO₂ laser", *Rev. Sci. Instrum*, v.ol 46, no. 4, pp. 409-412, 1975.
- [7] T. Suzuki, "Optogalvanic spectroscopy with rf discharge", *Optics. comm*, 1, pp. 364-369, Sept. 1981.
- [8] S. Antonio, "Optogalvanic spectroscopy", *Reviews of Mod. Phys*, vol. 62, no. 3, pp. 603-637, 1990.
- [9] J. W. Choi and Y. B. Chung, "Frequency stabilization of a radio frequency excited CO₂ laser using the optogalvanic effect", *Review of Sci. Instrum*, vol. 69, no. 12, pp. 4038-4040, December. 1998.
- [10] 김규식, 이영우, 우삼용, 최종운, "고주파 여기식 슬랩형 도파관 CO₂ 레이저", *한국광학회지*, vol. 14, no. 4, pp. 406-412, 2003.

Power stabilization of a slab CO₂ laser by using the Opto-Hertzian effect

Jong-Woon Choi[†]

Department of Information and Communication, Honam University

[†]*E-mail: woon@honam.ac.kr*

Sam-Young Woo

Division of Physical Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science

Kyu-Sik Kim and Young-Woo Lee

Department of Electronic Engineering, Mokwon University

(Received May 12, 2004, Revised manuscript July 22, 2004)

Laser optical power stabilization of a radio frequency excited CO₂ slab laser using the opto-Hertzian effect generated from the laser itself is achieved on the peak of the Doppler broadened gain curve. The opto-Hertzian signal was generated by a modulation of the optical flux circulating inside the laser cavity from a variation in the cavity length caused by the vibrations of the PZT. The opto-Hertzian signal is directly coupled from a RF discharge chamber via a loop antenna into a detector and applied to a lock-in stabilizer as a reference signal. The power stability of an RF excited slab laser is estimated to be better than 0.2%.

OCIS Codes : 140.3470, 140.3410, 230.7400.