

낮은 주파수로 변조된 C.W. CO₂ 레이저 빛의 혼란상태

Chaotic State of a C.W. CO₂ Laser Modulated by
a Low Frequency Modulator

김 칠 민

배재대학 물리학과

김 정 목, 안 철

서강대학교, 전자공학과

김 철 중, 이 종 민

에너지연구소

ABSTRACT

Chaotic states of a low-frequency modulating C.W. CO₂ laser beam is observed. The output behaviors appear quasi-periodicity and chaotic states when the laser beam is modulated from 100 Hz to 1000 Hz by using an intra-cavity chopper. And the output characteristics of the laser beam show a route to chaos as increasing input power when the modulation speed is 500 Hz.

나[2] 수백 KHz로서 FM이나 AM으로 Q-Switching 시킬때 혼란으로 가는 상태도 관찰했다[3] 그중 전자는 준주기성(Quasi-Periodicity)에서 혼란상태로 감을 보였고 후자는 Ikeda 혼란으로 특징지을 수 있는 주기배가 쌍갈래질(Period-Doubling Bifurcation)을 나타내었다. 그러나 아직 낮은 주파수로 변조될때 나타나는 레이저 빛살의 혼란상태는 관찰되지 못했었다. 그래서 여기서는 낮은 주파수로 변조될 때 생기는 레이저 출력의 불안정성을 관찰하였다.

I 서 론

최근 레이저에서 일어나는 혼란상태에 대한 연구가 아주 활발히 이루어졌는데 이것은 모두 매질의 비선형성 때문에 생기는 것이다.[1] 그래서 여러가지 다양한 방법으로 레이저 발진 출력을 변조 시켜서 이때 생기는 혼란상태의 변화에 대한 관찰이 많이 이루어 졌는데 C.W. CO₂ 레이저를 100 Hz로 입력 전압을 변조 시킬 때 입력 전류의 양에 따라 생기는 혼란상태로 가는 변화를 보거

II 실험장치 및 방법

실험에 쓰인 전체 실험 알개는 그림 (1) 과 같다. C.W. CO₂ 레이저의 반반사 거울은 80%의 ZnSe 거울을 사용했으며 곡률반경 10m의 전 반사 거울을 회절판 거울 사이에 설치하여 공진 조건을 맞추어 주었다. 여기에 쓰인 레이저는 네 경 1 인치 길이 1m 50 cm이며 그 한쪽 끝에 Brewster 창을 달았다. EG&G 사의 최대 1 KHz

까지 낼 수 있는 Chopper 를 전반사 거울과 회절발 거울 사이에 설치하였고 TEM₀₀ mode 가 발진할 수 있도록 회절발 거울과 Chopper 사이에 조리개를 설치 하였다. 발진 레이저 빛살이 10.6 um P-26 전이선임을 CO₂ 분광 분석기로 확인하였고 또 그 출력을 파형을 HgCdTe 검지기를 Le Croy 오실로스코프에 연결하여 본 뒤 X-Y Plotter 에서 그렸다,

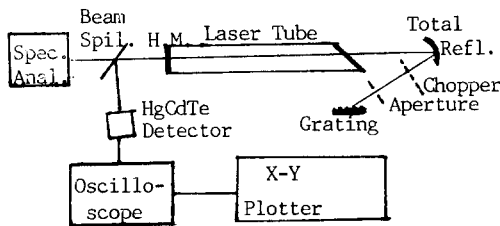


그림1) 전체 실험 장치도.

III 실험 결과 및 분석

먼저 레이저 방전 전압이 15 KV 일때 입력 전류를 20 mA 로 두고 내부 기압을 7.9 Torr 로 고정 시킨 다음 조리개의 크기를 10.5 mm 로 두어서 TEM₀₀ 모드가 발진 할때 100 Hz 에서부터 1 KHz 까지의 출력 파형을 잰 것이다. 그림 2 에서 처럼 100 Hz 의 출력은 준주기성의 파형을 관찰할 수 있었는데 주파수가 500 Hz 에 이르면 이 현상이 완전히 나타났다가 800 Hz 에 이르면 이 현상이 조금 사라지면서 불규칙성이 시작되며 이것이 900 Hz 에 이르면 더 심해지다가 1000 Hz 에 이르면 주기가 아주 불규칙 해 짐을 볼 수 있다. 이것은 참고문헌 2의 결과와 동일한 현상을 보이므로 입력을 변조시킬 때나 손실을 변조시킬 때나 같은 양상을 나타내며 이 결과도 마찬가지로 본자의 편광상태의 비선형성으로 이 결과를 분석할 수 있게 된다.

이번에는 500 Hz 로 변조시킬때 나타나는

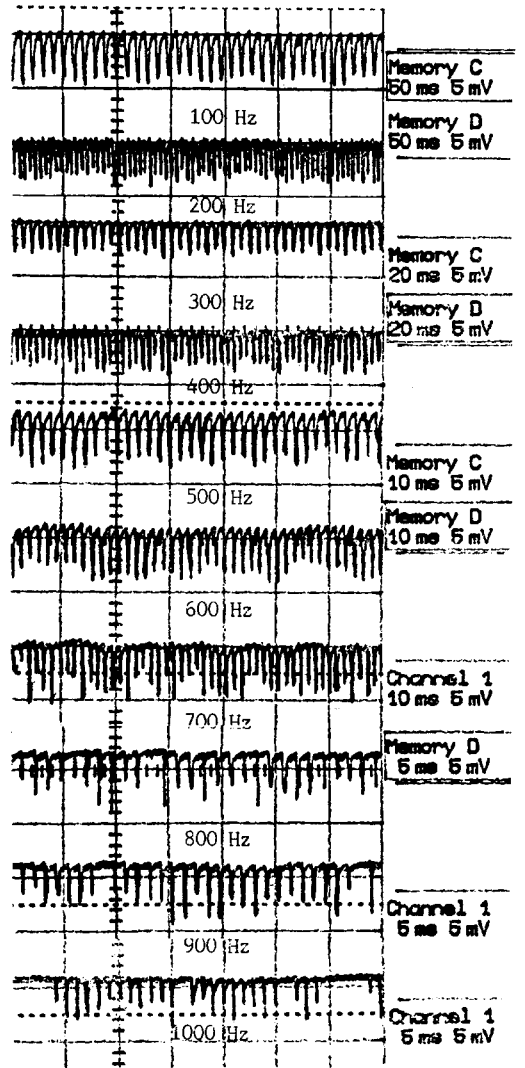


그림 2) 주파수에 따른 출력 파형의 모양

입력 전류의 변화에 따른 현상을 보았는데 시간 축을 늘려 전체 변화를 보았다. 그림 3 에서 처럼 처음 방전 개시 전류인 17mA 일 때는 30 mA 일때와는 달리 출력 파형에 마디가 없다. 그런데 이 마디는 20 mA 일 때 조금 생기기 시작하다가 30 mA 일 때는 완전한 마디가 생겼고 35 mA 일 때는 불안정하게 바뀌기 시작하다가 40 mA 일 때는 아주 불안정해지기 시작하였다. 이

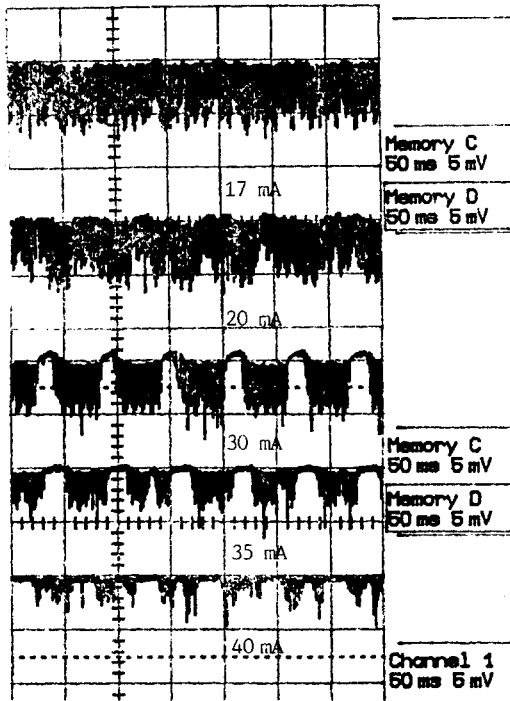


그림 3) 500 Hz 로 변조시킬 때 나타나는 입력 전압에 따른 출력 파형의 불안정성.

마티 사이의 시간 간격은 56 m 초 정도여서 약 18 Hz 정도 임을 볼 수 있다. 이것은 자체맥동 (Self-Pulsing) 현상으로서 새로운 결과이다. 이것은 레이저의 비율 방정식으로 그 현상이 설명 가능해 지게 된다.^[4]

IV 결 론

100 Hz 에서 1 K Hz 까지의 낮은 주파수로서 변조된 CO₂ 레이저에서도 마찬가지로 레이저 출력의 불안정성이 생겼는데 손실을 변조시킬 때 나타나는 불안정성은 이득을 변조시킬 때 나타나는 불안정성과 마찬가지로 주기성을 가졌다. 이외에도 전체 출력 파형은 자체맥동을 보이고 있는데 이 새 현상은 어떤 원인이 이 현상을 만드는지를 정확히 밝히는 것이 문제점으로 남아있다.

감사의 글

본 연구는 한국 과학 재단 신진 연구비(김철민)의 지원을 일부 받았음.

참고 문헌

- [1] N.B. Abraham, Laser Focus, May, 73(1983)
- [2] B.J. Biswas, V.Bev, and U.K. Chatterjee, Phys.Rev. A35, 456(1987)
- [3] D. Dangoisse, P. Glorieux, and D. Hennequin, Phys.Rev.Lett, 57, 2657(1986); and References therein.
- [4] 지준근, 스스로 걸모양 잠긴 CO₂ 레이저의 불안정성, 서강대학교 석사학위 청구논문 (1987)