

두 파장 동시 발진용 반도체 MOPA 레이저에서 관측된 단일 종 모드간의 맥놀이 현상

Mode Beating Phenomena Between Single-Longitudinal Modes in Simultaneous Dual-Wavelength Operation of Semiconductor MOPA Laser

정의창, 임권, 박성희, 차병헌

한국원자력연구소 양자광학기술개발부

ecjung@kaeri.re.kr

단일 종 모드 (single-longitudinal mode) 반도체 레이저는 고분해능이 요구되는 원자 및 분자 분광 연구 분야에서 널리 사용되고 있는 광원이다. 특히, 외부 공진기 구조의 다이오드 레이저 (External Cavity Diode Laser, ECDL)는 분광 연구에서 필수적인 파장가변의 용이함과 좁은 선폭 특성을 모두 만족시킬 수 있는 광원으로 알려져 있다. 그러나 레이저빔의 출력이 수-수십 mW로 제한되어 있다는 점이 단점으로 지적되기도 한다. 이 단점을 극복하기 위해 ECDL를 주 발진기 (Master Oscillator, MO)로 사용하고 테이퍼드형 반도체 소자⁽¹⁾ (tapered semiconductor gain medium)를 출력 증폭기 (Power Amplifier, PA)로 사용하는 MOPA 레이저 시스템을 구성하면 수백 mW 이상의 출력을 가진 단일 종 모드 레이저빔을 얻을 수 있다.

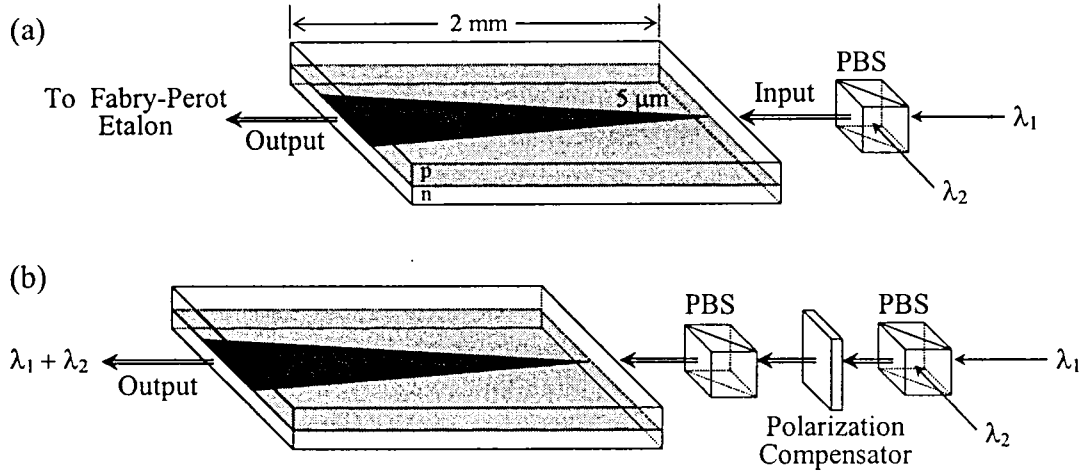
이 논문에서는 두 개의 MO 레이저빔을 한 개의 PA에 입사시켜 경로가 동일한 두 파장의 고출력 레이저빔을 발생시키고, 그 출력의 편광 및 종 모드 특성을 조사한 결과에 대해 보고한다. 경로가 동일한 두 파장의 단일 종 모드 고출력 레이저빔은 원자의 광펌핑 연구, 두 개의 동위원소를 동시에 냉각시키는 연구, 두 파장용 간섭계 구성 등에 이용될 수 있다.

그림 1에 실험 장치의 구성을 보였다. 그림 (a)에는 편광이 서로 수직인 두 파장의 단일 종 모드 MO 레이저빔이 PA에 입사되는 경우, 그림 (b)에는 편광이 테이퍼드형 소자의 p-n 접합면에 평행한 두 파장의 MO 레이저빔이 PA에 입사되는 경우의 장치를 보였다. 그림 (b)에서는 각 파장의 레이저빔 출력을 조절하기 위해 Berek polarization compensator (New Focus, model 5540)를 사용하였다. 레이저빔의 종 모드 특성을 측정하기 위해 자유 선 너비가 2 GHz인 Fabry-Perot 에탈론을 사용하였다.

동일한 경로를 가진 증폭된 두 파장 레이저빔의 종 모드 특성을 그림 2에 보였다. 그림 (a)는 편광이 서로 수직인 두 파장의 레이저빔이 입사된 경우, 그림 (b)는 편광이 평행인 두 파장이 입사된 경우의 종 모드 특성을 나타낸 것이다. 편광이 서로 수직인 경우에는 두 파장의 빔이 증폭기 내에서 서로 간섭함이 없이 제각기 증폭되는 현상이 관측되었다. 편광이 서로 평행인 경우에는 두 파장 간격이 약 200-300 MHz 이내인 조건에서 서로의 종 모드가 간섭한 결과로 증폭기 출력에서 맥놀이 현상이 관측되었다.⁽²⁾ MO 레이저빔의 편광에 따른 증폭기 출력의 특성과 두 파장의 간격 및 출력 비에 따른 맥놀이 현상의 특성에 대해 논의한다.

[참고문헌]

1. J. N. Walpole, Opt. and Quant. Electron. 28, 623-645 (1996).
2. G. Ferrari, M-O. Mewes, F. Schreck, and C. Salomon, Opt. Lett. 24, 151-153 (1999).



T
F

그림 1. MOPA 레이저 구성. (a) 편광이 서로 수직인 두 파장의 MO 레이저빔이 입사될 경우, (b) 편광이 같은 (p-n 접합 면에 평행) 두 파장의 MO 레이저빔이 입사될 경우.

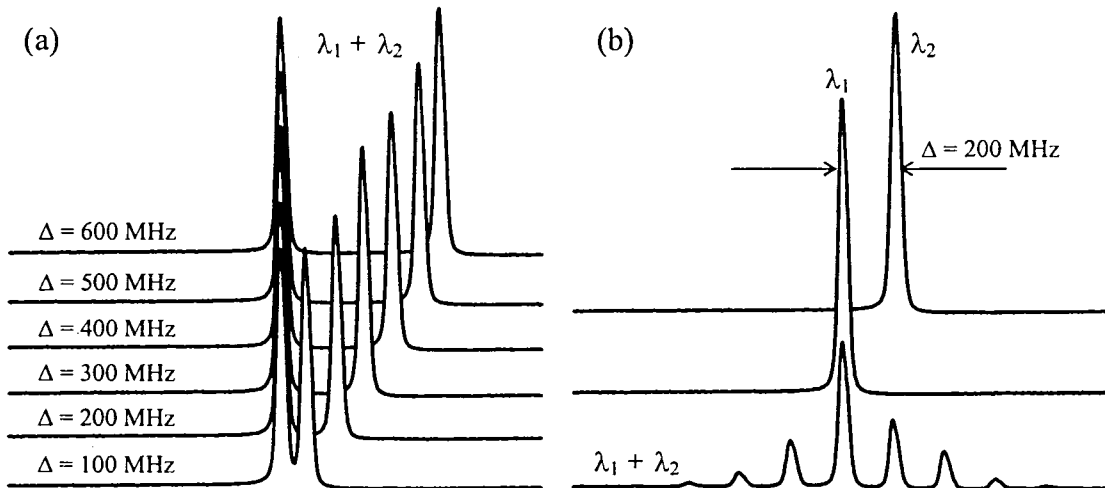


그림 2. PA 출력의 Fabry-Perot 에탈론 간섭 무늬, (a) 편광이 서로 수직인 두 파장의 MO 레이저빔이 입사된 경우 PA 출력, (b) 편광이 같은 두 파장의 MO 레이저빔이 입사된 경우. 그림에서 Δ 는 두 파장의 간격을 의미한다. (b)의 조건에서는 전체 출력의 30% 이상을 차지하고 있는 맥놀이 신호가 관측된다.