Nd:LSB 수동형 펄스 레이저의 펄스 발진 특성

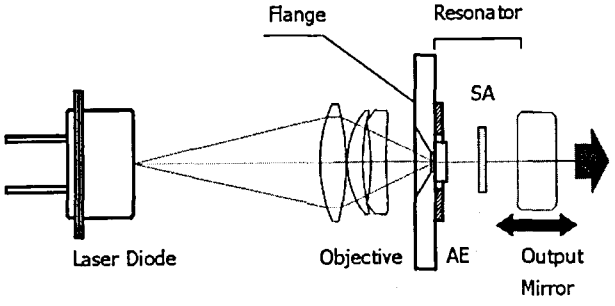
Output Characteristics of passively Q-switched Nd:LSB Microlaser

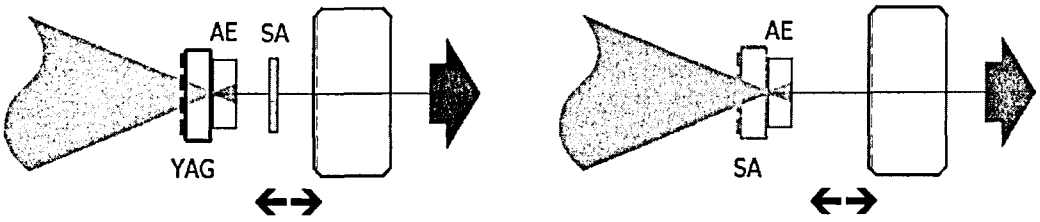
오승일, 배효욱, 김대성, 박도현, C. Amadi*
S.T. Durmanov**, C.V. Smirnov**
고등기술연구원 제품기술센터, EMSE*, TRINITI**
e-mail 주소 : seil-oh@iae.re.kr

고체 레이저의 펄스 발진을 위한 여러 다양한 능동형, 수동형 Q-switching 기술이 있으나 본 연구에서는 초소형 펄스 발진 고체레이저 제작을 위하여 그 구조가 간단한 포화 흡수체(saturable absorber)를 이용한 수동형 Q-switching 기술을 이용하였다. 파장이 동일한 Nd:YAG 레이저에서 널리 이용되는 Cr^{4+}:YAG를 포화 흡수체를 이용하였고, 레이저 매질로는 LSB($LaSc_3(BO_3)_4$)에 14%의 Nd^{3+}이온을 첨가하여 사용하였으며 이는 통상의 1% Nd:YAG에 비해 3배 이상의 흡수계수를 가짐으로써 소형의 칩 레이저에 적합하다.

펄스 레이저에 있어서 중요한 파라미터인 펄스 폭, 반복율, 펄스에너지, 펄스의 봉우리출력(각각 τp, prr, Ep, Ppeak라 표기한다.) 등이 있는데, 실험을 통하여 이들 파라미터의 변화를 공진기 길이, 출력경의 반사율 및 곡률을 바꿔가며 측정하였다. 이는 이후 개발될 펄스 레이저의 적용 용도에 따라 원하는 공진기 조건을 찾기 위함이고 또한 이로 추정하여 실험에서 다 조합하지 못한 조건들에 대하여도 추측을 가능케 하여 원하는 성능의 레이저 개발에 필요한 조건을 찾는 데에도 도움이 될 것이다. 물론 이론적으로도 어느 정도 예측이 가능하나 실제 레이저 개발에 있어서는 레이저 매질의 열 문제 등 해석하기 복잡한 다양한 변수들이 있기 때문에 어느 정도 정확한 정량적 예측에는 많은 어려움이 있다.

또한 본 연구에서는 기존의 연속발진 레이저 실험에서 열 분산을 위해 사용된 YAG결정과의 광학접착 기법을 사용하여 전형적인 열접착 방식(아래 그림처럼 레이저 매질과 금속과의 단순한 열접착제를 이용한 접착 방식)과도 비교하였으며, 이전에 시도 되지 않았던 방식인 포화 흡수체를 여기면 쪽에 부착한 방식으로도 측정을 하여 비교하였다. 그리고 포화흡수체를 제거한 프리러닝모드(free-running mode)에서의 출력과 비교하여 Q-switching efficiency도 계산하였다.





이때 사용한 출력경은 다양한 반사율과 곡률반경을 사용하였으며, 포화 흡수체는 초기 투과율 96% Cr:YAG를, 레이저 매질은 14% Nd:LSB를 사용하였다. 또한 공진기 길이를 다양히 변화시켜가며 레이저의 펄스 특성을 측정하였다.. 사용한 여기 광원으로는 4W급 ATC사 제품의 LD를 썼으며, 세장의 재초점 렌즈를 이용하였다. 측정 장치로는 Molectron사 파워미터(<3W), 실리콘 포토다이오드(rise time < 400ps), Tektronix사 오실로스코프를 사용하였다.

1. W. Koechner, Solid-State Laser Engineering, 5th ed. (Springer-Verlag, Berlin, 1999)
2. J. J. Zayhowski, P. L. Kelley, "Optimization of Q-Switched Lasers", IEEE, J. of Quantum Electronics, vol. 27, NO. 9, SEP, 1991