

PPLN 물질에서의 펨토초 광파라메트릭 공진기 제작

Femtosecon Optical Parametric Oscillator based on Periodically Poled LiNbO₃

한강전, 김지희, 장동욱, 이기주

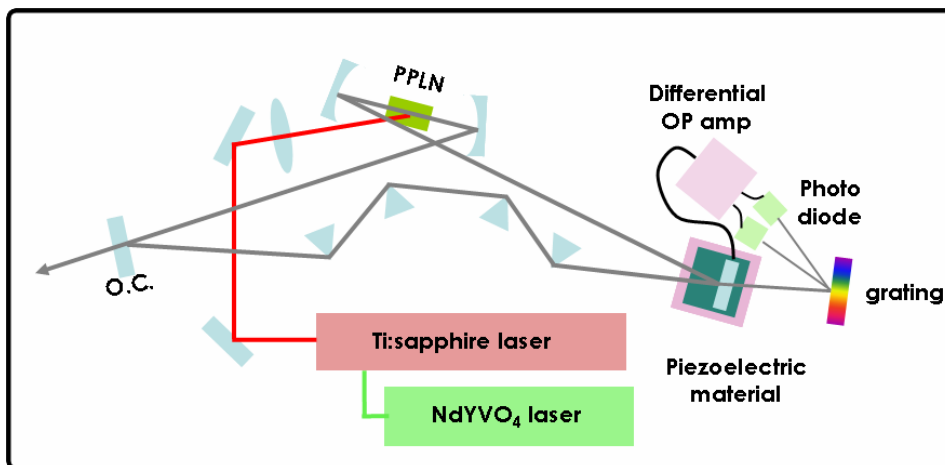
충남대학교 물리학과

s9901653@cnu.ac.kr

Nd:YAG 레이저나 Ar 이온 레이저와 같은 일반적인 레이저는 레이저 매질의 특성에 따라 정해진 파장에서만 발진이 가능하며 레이저의 응용분야가 제한적이었다. 이러한 한계를 극복하기 위해 넓은 파장 대역에서 연속적으로 파장을 변화할 수 있는 색소 레이저나 티타늄 사파이어 레이저와 같은 파장 가변 레이저에 의해 레이저의 응용분야가 넓어졌다. 이렇게 만들어진 레이저는 정해진 몇 개의 파장이나 파장대역의 빛을 얻을 수 있었고, 이런 레이저의 활용범위를 넓히기 위해 레이저의 파장을 변환시킬 수 있는 방법으로 비선형 매질에서의 비선형 광학 효과에 의해 파장을 짧게 하는 고조파 발생과 파장을 길게 해주는 광 파라메트릭 방법등이 이용되었다. 우리는 여기원으로 티타늄 사파이어 펄스 레이저를 사용하여 주기적으로 분극 반전된 LiNbO₃ 물질에서의 광 파라메트릭 발진에 의한 레이저를 제작하려고 한다.⁽¹⁾

광 파라메트릭 공진기는 비선형 광학 효과를 갖는 결정을 이용하여 파장을 가변시키는 광원으로 차주파수 생성을 기본원리로 하여 여기광원에 의해 $\omega_{pump} = \omega_{signal} + \omega_{idler}$ 의 관계를 갖는 신호빔이 생성되고, 이렇게 생성된 빔은 비선형 물질 내부로 입사된 각각의 광 신호들 간의 상호작용에 의해 이루어지는데 이때 효율적인 차주파수 발생을 위해서는 각 광 신호들 간의 파장차이로 인해 생기는 위상 속도 분산을 보상해야만 한다. 비선형 물질 내부에서 발생하는 차주파수 신호의 위상을 가간섭 길이의 두배를 주기로 180도 변환시켜 지속적인 보강간섭을 일으키는 원리로 사용 파장과 편광에 제한이 없어 많이 사용되는 준 위상 정합 방법을 이용한 주기적으로 분극 반전된 LiNbO₃ 물질을 광 파라메트릭 공진기의 레이저 매질로 사용하였고,⁽²⁾ 약 5 W 출력의 Nd-YVO₄ 반도체 레이저를 여기광원으로 사용하여 티타늄 사파이어 레이저 공진기로부터 Kerr 렌즈 모드 잠금 방법을 이용하여 중심파장이 800 nm, 약 100 fs의 펄스폭, 80 Mhz의 반복률, 약 900 mW의 평균 출력을 가진 펄스 레이저를 제작하여 광 파라메트릭 공진기의 여기광원으로 사용하였다.

그림은 실험 모식도



를 나타내는 것으로 ring cavity 구조의 공진기를 구성하였다. 티타늄 사파이어 레이저를 떠난 빛은 두 개의 거울과 하나의 렌즈를 지나 PPLN 매질에 입사하여 광 파라메트릭 발진 현상에 의해 signal 빔을 발생시켰다. 생성된 signal 빔은 오목거울에 의해 집광되어 out coupler(OC)에 반사되어 네 개의 프리즘을 지난 후 high reflection(HR) 거울에 반사된 후 오목거울에 의해 PPLN 매질에 집광되는 과정으로 공진기를 구성하였다. 여기에 사용된 네 개의 프리즘은 분산 보정을 위한 것이고, HR 거울에 사용된 piezo-electric 물질은 공진기의 길이를 일정하게 유지시켜 생성된 signal 빔을 안정시켜주는 역할을 한다.

우리는 티타늄 사파이어 펄스 레이저를 여기원으로 사용하여 주기적으로 분극반전된 LiNbO_3 물질에서의 광 파라메트릭 발진에 의한 레이저를 제작하였다. 제작된 레이저는 공진기의 길이에 따라 파장이 변하는 것을 보았고 앞으로 발진되는 빔의 출력을 향상시키고, 파장 가변 영역과 펄스 폭 등을 측정할 예정이다.

참고문헌

1. Chang-Ki Min and Taiha Joo, Opt. Lett. Vol. 30, No. 14 (2005).
2. 권재영 한국광학회지 제 17권 제 3호, 2006. 6, pp. 262 ~ 267.