

주기적으로 분극 반전된 MgO: LiNbO₃를 이용한 펄초초 펄스의 2차 조화파 발생

Second Harmonic Generation of Femtosecond Pulse With MgO: Periodically Poled LiNbO₃

유난이, 노정훈, 차명식, Sunao Kurimura*, Takunori Taira*

부산대학교 유전체 물성 연구소

*Laser Center, Institute for Molecular Science, Okazaki, Japan

mcha@hyowon.pusan.ac.kr

최근 빠른 정보산업의 발달로 대용량의 정보를 초고속으로 전달해야 할 필요성으로 인해 광전송 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 광통신 시스템이나 주변의 계측장비들과의 결합이 쉽다는 잇점 때문에 모드록킹된 광섬유 레이저는 이 분야의 광원으로서 매우 중요하게 쓰이고 있으며, 연구가 많이 진행되고 있다.⁽¹⁾

본 실험에 사용된 광섬유 레이저는 파장 1.55 μm 대역에서 이득을 얻을 수 있는 어븀(Er^{3+})이 첨가된 광섬유를 사용하여 4.5 MHz의 빠른 반복률로 모드록킹 되도록 제작된(Newgrid, FFL-1550-PML-0) 것이며 펄스 폭은 320 fs, 중심파장은 1.566 μm , 펄스의 첨두 출력은 6.3 kW 이다.

무기물 결정중 비선형 광학계수가 가장 큰 LiNbO₃ 단결정을 주기적으로 분극반전 시켜 원하는 임의의 파장에서 준위상정합(quasi phase matching)이 되도록 하는 시도는 최근 많은 연구자들에 의해서 부분적으로 실현되고 있다.⁽²⁾

특히 MgO가 첨가된 PPLN(periodically poled LiNbO₃)는 congruent LiNbO₃로 만든 PPLN 보다 광손상 문턱이 10배 이상 높은 것으로 알려져 있으며⁽³⁾, 또한 광 굴절효과를 줄여서 2차 조화파를 효율적으로 발생시키는 것으로 알려져 있다.⁽⁴⁾

실험에 사용된 5 mol% MgO : PPLN는 코로나 방전 방법을 이용하여⁽⁵⁾ 100 °C에서 poling 하여 분극 반전된 주기는 19.0-19.4 μm 까지 0.1 μm 간격으로 모두 5개의 다른 주기에 대해서 실험하였다. 시료의 길이는 3 mm이며, 각 주기별 시료의 폭과 두께는 모두 0.5 mm 이다.

광섬유 레이저에서 나오는 펄프 광을 초점거리가 5 cm 인 렌즈를 사용하여 빔의 크기를 약 0.3 mm로 시료에 Z축과 나란한 편광을(d_{33} 이용) X축 방향으로 전파 시켰으며, 온도에 따른 2차 조화파 발생을 위해서 시료를 온도조절이 가능한 oven에 넣고 실험하였다.

그림 1의 (a)는 광섬유에서 나오는 펄프광의 스펙트럼을 나타낸 것이고 (b)는 격자의 주기가 19.4 μm 인 시료의 경우에 2차 조화파의 세기가 가장 큰 준위상정합 온도(135 °C) 에서 얻은 스펙트럼이다.

그림 1에서 볼 수 있듯이 펄프광의 중심파장은 1.566 μm 이며, 스펙트럼의 반치 폭은 14 nm 이고 생성된 2차 조화파의 반치폭은 약 3 nm 정도이며, 이는 QPM Bandwidth와 비슷하다.

그림 2는 주기별로 각 시료에 대해서 온도에 따른 2차 조화파의 세기를 측정 한 것이다.

QPM 주기가 19.0 μm 인 시료의 경우에 위상정합 온도는 약 240 °C 정도이고, 주기가 0.1 μm 씩 증가

함에 따라서 위상정합 온도는 약 20 °C 씩 낮아짐을 알 수 있었다.

본 실험을 통해서 5 mol % MgO: PPLN 시료의 경우 격자의 주기가 19.9-20.0 μm 정도이면 상온에서 준위상정합이 가능할 것으로 예상되며, 통신파장인 1.55 μm 대역의 적외선을 펌프 광으로 낮은 입사 에너지로도 효율적인 2차 조화파를 만들 수 있는 물질일 뿐만 아니라 이 분야의 응용 면에서도 많은 연구가 기대되는 물질이다.

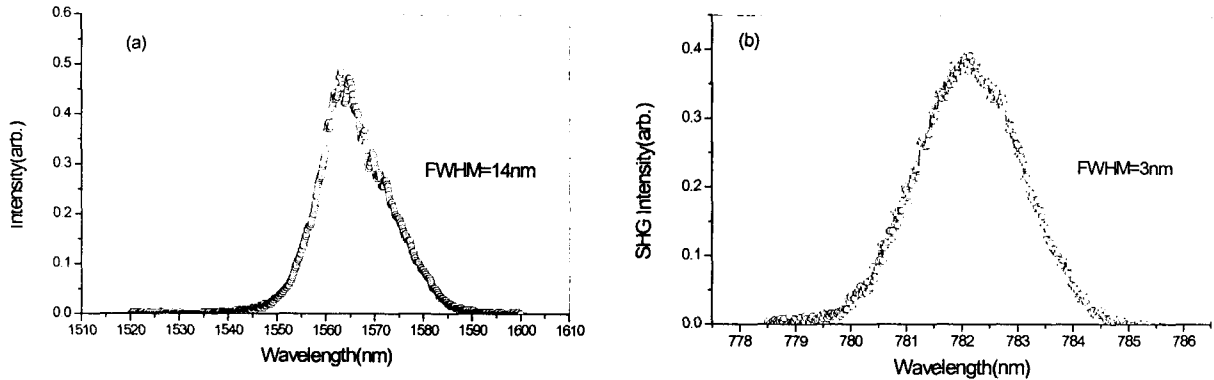


그림 1 (a) 펌프광의 스펙트럼

(b) 주기가 19.4 μm 인 시료의 2차 조화파의 스펙트럼

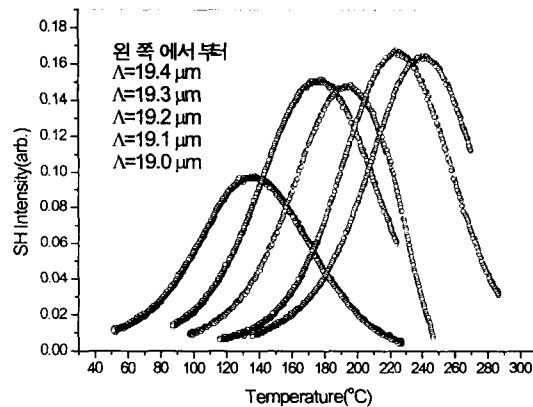


그림 2 온도에 따른 2차 조화파의 세기(Λ : QPM 주기)

본 실험의 시료인 MgO: PPLN를 만들어준 Mitsubishi Cable사에 감사드립니다.

참고문헌

1. H. A. Haus and A. Mecozzi, Opt. Lett. **17**, 1500(1992)
2. D. H. Jundt, G. A. Magel, M. M. Fejer, and R. L. Byer, Appl. Phys. Lett. **59**, 2657(1991)
3. I. Sawaki, M. Miura, and S. Kurimura, Abstract Autumn Meeting of the Japan Society of Appl. Phys. 18a-X-2, (1992)
4. Y. Kong, J. Wen, and H. Wang, Appl. Phys. Lett. **53**, 260(1988)
5. A. Harada, and Y. Nihei, Appl. Phys. Lett. **69**, 2629(1996)