

Ti:PPLN 도파로 소자기반 복굴절형 파장 필터

Novel birefringent wavelength filter based on Ti:PPLN channel waveguide

이영락

광주과학기술원 고등광기술연구소 광정보통신연구실

laks@gist.ac.kr

강유전체 물질에 대한 주기적 분극 반전 기술의 발달은 파장변환 (sum frequency generation, difference frequency generation, and optical parametric oscillation), 초고속 신호처리, 전광 논리소자 등과 같은 준위상정합 (Quasi Phase Matched :QPM) 소자기반의 비선형 광학분야에 중흥을 가져오고 있다. 특히, 주기적으로 분극 반전된 Ti:LiNbO₃ (Ti:PPLN) 도파로 소자는 높은 비선형계수로 인한 높은 파장 변환효율, 빠른 신호처리 속도 그리고 낮은 노이즈 레벨 등의 특징으로 인해, 전광 파장변환이나 전광 스위칭등의 많은 응용 연구들이 진행되고 있다^[1,2]. 최근에는, 주기적으로 변조되어 있는 비선형 계수 뿐만 아니라, 전기광학(EO) 계수를 이용한 복굴절형 파장필터인 Šolc 필터로의 응용 연구들도 소개 되었다^[3,4]. 일반적인 Šolc 필터는 직교하는 두 개의 편광자 사이에 입사광의 편광 방향과 $\pm\theta$ 의 기울기를 가지는 여러 장의 $\lambda/2$ 판을 교번으로 쌓아서, 특정 파장을 필터링 하는 구조이다. PPLN Šolc 필터의 경우, 분극 반전된 각각의 도메인이 $\lambda/2$ 역할을 하게 된다. 본 발표에서는 규칙적인 주기의 QPM 격자를 가진 Ti:PPLN Šolc 필터의 도파 모드에 따른 광학적 특성(파장 선포, 중심 파장, 등)을 측정 분석하고, 필터의 주요 광학적 특성인 중심 파장과 파장 선포를 제어하는 몇 가지 방법에 관하여 소개한다.

일반적인 Ti:PPLN Šolc 필터의 실험장치도는 그림 1과 같다. 1270~1350 nm 대역의 스위핑 광(SOA)은 광섬유 편광기와 시준기를 통과한 후, 첫 번째 편광자에 의해 TE 편광만이 선택되어 집속렌즈를 통하여 Ti:PPLN 도파로에 입사된다. Ti:PPLN 도파로를 통과한 광은 첫 번째 편광자의 방향과 수직하게 배치된 두 번째 편광자를 통과한 후, 대물렌즈에 의해 광섬유에 다시 집속된다. 이렇게 광섬유로 집속된 광의 스펙트럼은 Optical Spectrum Analyzer (OSA)에 의해 분석되었다.

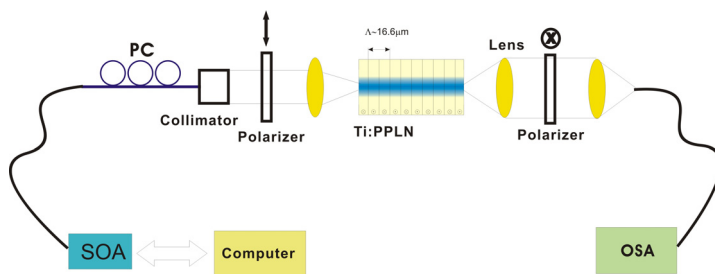


그림 1. 실험 장치도; SOA : 광증폭기를 이용한 wavelength-swept laser, OSA : optical spectrum analyzer, PC : polarization controller.

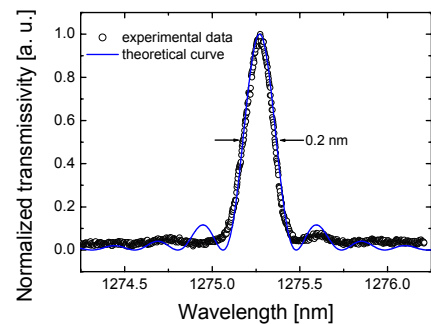


그림 2. Ti:PPLN Šolc 필터의 투과 스펙트럼

그림 2는 16.6 μm 의 주기적 분극 반전을 가진 길이 78 mm 의 Ti:PPLN 소자의 구동 온도를 20°C 로 유지시키면서 측정한 스펙트럼을 나타내며, 이때 필터링된 광의 선폭은 약 0.2 nm 였고 스펙트럼은 거의 sinc function 형태를 나타내었다^[5].

필터의 중심파장을 변화시키기 위해 Ti:PPLN의 구동 온도를 조절하는 방법과 UV 광을 조사하는 방법을 이용하여 효과적인 파장 가변을 시연하였다^[6,7] (그림 3, 4). 또한 샘플 양단에 온도 구배를 유도하여 선폭을 제어하는 기술에 관한 연구도 진행 중에 있다 (그림 5).

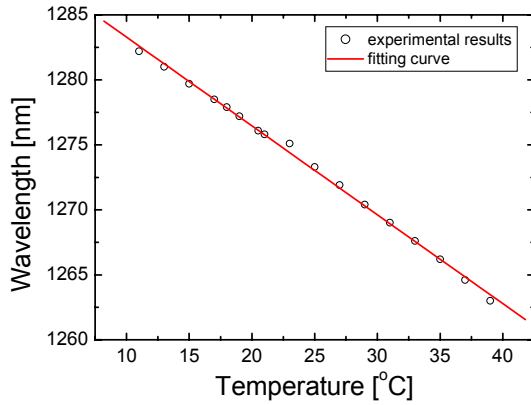


그림 3. OSA 로 측정된 중심파장의 온도 의존성 (-0.683 nm/°C).

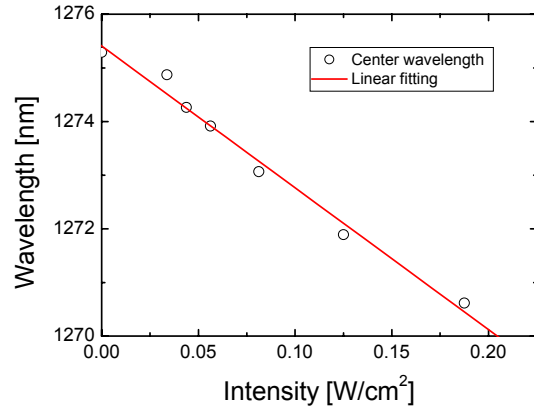


그림 4. 입사된 UV 램프의 강도에 따른 Ti:PPLN Šolc 필터의 중심 파장 의존성.

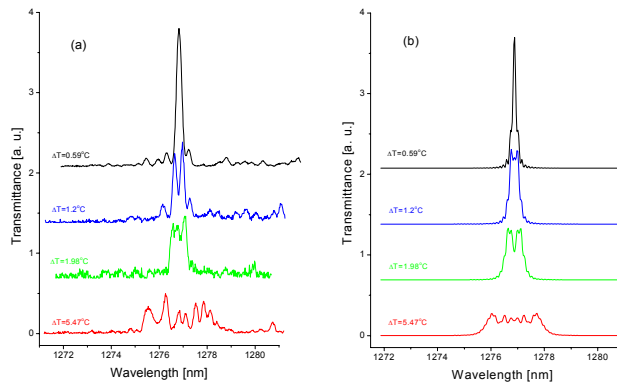


그림 5. 온도 기울기에 따른 Ti:PPLN Šolc 필터 투과 특성. (a) 실험결과, (b) 계산결과.

1. Y. L. Lee, et. al, Opt. Express **12**, 701 (2004).
2. Y. L. Lee, et. al, Opt. Express **12**, 2649 (2004).
3. J. Shi, et. al, Electron. Lett. **39**, 224 (2003).
4. J. Wang, et. al, Opt. Express **15**, 1561 (2007).
5. Y. L. Lee, et. al, Opt. Lett. **32**, 2813 (2007).
6. Y. L. Lee, et. al, IEEE Photon. Technol. Lett. **19**, 1505 (2007).
7. Y. L. Lee, et. al, Electron. Lett. **44**, 30 (2008).