

LiNbO₃ 음향광학효과형 가변파장 광 필터의 다채널

특성에 부 모드가 미치는 영향에 관한 연구

A Study of the Effect of Sidelobes on Multichannel Operation Characteristics of LiNbO₃ Acousto-Optical Tunable Wavelength Filters

김정희, 정홍식

홍익대학교 전자전기컴퓨터공학부

hsjung@wow.hongik.ac.kr

파장가변 광 필터는 WDM 광전송 시스템에 필요로 하는 핵심 부품중의 하나이다. 특히 LiNbO₃의 음향광학효과를 이용하는 AOTF(Acousto-Optic Tunable Filter)는 150nm 이상의 파장 가변 범위, 1.5nm 이하의 파장 통과대역폭, 수 μ s 정도의 비교적 빠른 스위칭 속도, 그리고 여러 파장 채널을 동시에 선택할 수 있는 장점들을 보유하고 있음에도 불구하고 표면 음향파(SAW: Surface Acoustic Wave) 구동에 필요한 RF 파워와 부 모드(sidelobe)가 비교적 크다는 단점 때문에 실용화에 많은 제약을 받아왔다.

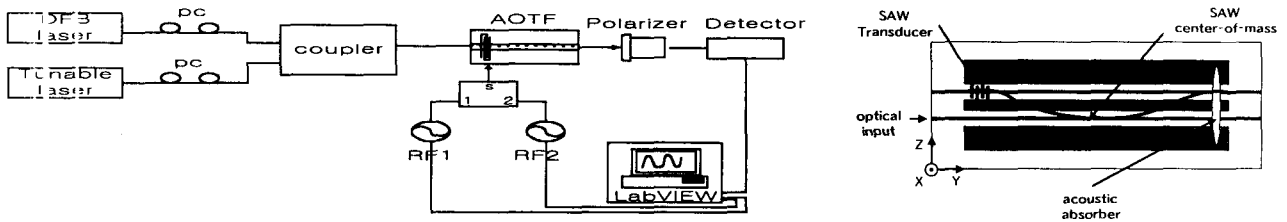
본 연구그룹은 AOTF의 광도파로 양측에 Ti 확산 공정을 통해 별도의 음향파 장벽을 만들어, 그 사이가 음향파 도파로(SAW guide)가 되는 구조의 AOTF를 제작하여 SAW의 구동파워를 줄일 수 있었으며, 이를 음향파 장벽이 없는 구조의 AOTF와 특성을 비교하여 보고한 바 있다.⁽¹⁾ 이때 RF파워를 약 90% 감소시키는 결과를 얻어냈지만, 두 구조 모두 AOTF의 광도파로를 통과하는 광파와 SAW가 균일 결합을 이루기 때문에 부 모드의 억제 효과는 기대할 수 없었다. 이러한 부 모드를 줄일 수 있는 방법으로 SAW의 세기를 결합길이에 대하여 서서히 증가, 감소시키는 가중결합(weighted coupling) 방법이 있으며, 이러한 구조를 'apodization'이라고 한다. 따라서 본 연구그룹은 음향파 도파로의 방향성 결합형 가중결합 원리를 이용하여 그림 1과 같은 AOTF를 제작하였으며, 부 모드를 8dB정도 추가 억제시킬 수 있었다.⁽²⁾ 1551.6nm 파장의 TE, TM 입사 편광모드와 173.58MHz, 17.78mW RF 구동 신호 각각에 대해서 -12.68dB 부 모드 억압과 90% 변환효율이 측정되었다. 파장변화율과 통과 대역폭은 각각 8.86nm/MHz, 1.7nm로 측정되었다.

본 논문에서는 음향파 도파로의 방향성 결합 구조를 이용한 AOTF의 다 채널 동작 특성에 부 모드가 미치는 영향을 그림 1과 같은 측정시스템을 구성하여 검토하였다. 가변파장형 광원($=\lambda_1$)과 DFB 광원의 파장($=\lambda_2$)은 각각 1556.18nm와 1554.18nm로 조절하여 두 광파의 파장 간격을 2nm, 입사모드는 TE 모드로 조절하였다. 그림 2(a)는 1556.18nm에 정합되는 172.2MHz RF를 인가하였을 때 광 스펙트럼 분석기로 측정된 TM 출력모드의 필터 특성이다. 그러나 1556.18nm 광파의 필터 특성에 동반되는 부 모드 때문에 1554.18nm 광파의 일부분이 나타났으며, 이것은 시스템에서 누화(crosstalk)의 원인이 된다. 측정된 누화의 레벨은 -13.12dB 이다. 이와 반대로 λ_2 에 정합되는 172.4MHz RF를 인가하였을 때는 그림 2(b)와 같이 누화의 레벨은 -11.89dB로 측정되었다. 한편 그림 2(c)는 두 광파에 정합되는 두 RF를 mixer를 통해서 동시에 인가하였을 때 측정된 필터 특성이다. AOTF는 두 채널 이상을 동시에 선택할 수 있으나 채널 개수는 전극이 견딜 수 있는 RF 파워 레벨에 의해서 제한 받게 된다.

결론적으로 부 모드는 다 채널 동작특성에 crosstalk 형태로 영향을 미치며, 두 채널간의 간격이 좁을수록 영향은 심각하게 받게된다. 따라서 가중결합 방식을 이용해서 가능한 부 모드 레벨을 낮추는 것이 무엇보다 중요하다.

<참 고 문 헌>

1. 임경훈, 정홍식, "LiNbO₃의 음향광학효과와 음향파 장벽을 이용한 편광모드 변환형, 파장가변 광 필터에 관한 연구", 한국광학회지, Vol. 11, 6월 (2000).
2. 임경훈, 정홍식, "방향성 결합구조의 음향파 도파로를 이용한 음향광학형 파장가변 광 필터의 부 모드 억제에 관한 연구", 한국광학회지, Vol. 11, 12월 (2000).



<그림 1> AOTF의 다파장 채널 측정 시스템

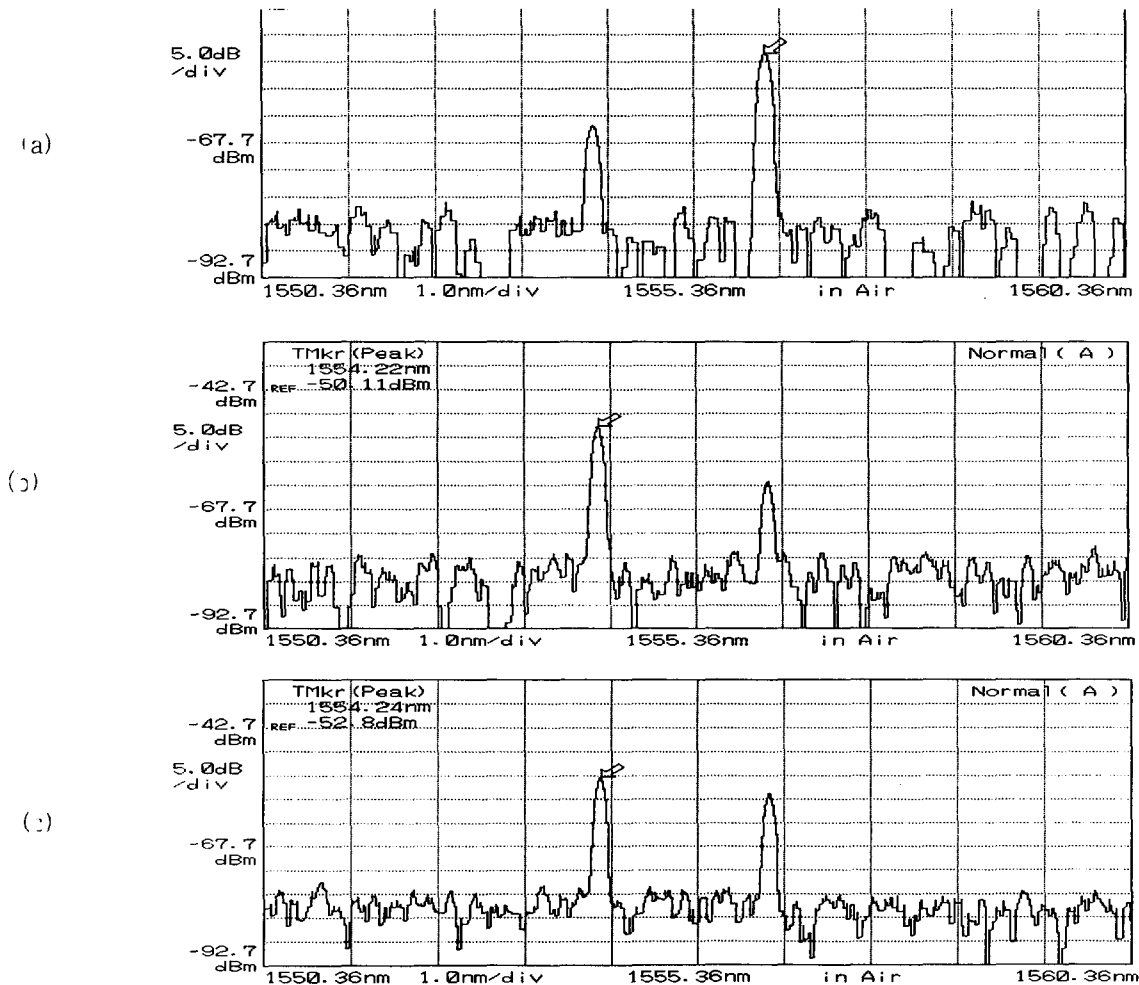


그림 2. 방향성 결합구조형 SAWG를 이용한 다채널 필터 특성