

선형편광도가 높은 외부 공진기 레이저

Highly linear-polarized external cavity laser

김철섭, 김륜경, 임중훈, 이경식, 김병휘*, 박만용*, 송정환**, 오윤경**, 장동훈**
 성균관대학교 정보통신공학부, *한국전자통신연구원, **삼성전자 통신연구소 통신모듈랩
 e-mail : kslee@skku.ac.kr

브래그 격자(Bragg grating)를 이용한 외부 공진기 레이저(External Cavity Laser)는 높은 온도 안정성을 갖기 때문에 파장 분할 다중화(Wavelength Division Multiplexing, WDM) 광통신 시스템의 광원으로서 적합하다. 특히, 평면도파로(Planar Lightwave Circuit, PLC)에 하이브리드 집적화된 외부 공진기 레이저는 압축성, 비용 절감, 대량 생산, 그리고 장기간의 안정성등의 집적 소자가 가지는 장점을 그대로 가지므로 많은 관심을 끌고 있다.⁽¹⁾ 그러나 이러한 형태의 선형편광도가 높은 외부 공진기 레이저에 대한 연구는 거의 이루어진 바 없다. 본 논문에서는, 평면도파로에 45° 기울어진 격자를 이용한 선형편광도가 높은 하이브리드 집적화된 외부공진기 레이저를 구현하였다. 제안된 45° 기울어진 격자는 FP-LD와 브래그 격자 사이의 레이저 공진기에 UV-inscription을 함으로써 쉽게 형성할 수 있으며 레이저의 편광소거율(Polarization extinction ratio)을 높일 수 있다.

그림 1은 평면도파로에 집적화된 선형편광도가 높은 외부 공진기 레이저의 구성도이다. 격자면에 브루스터 각 θ_B 만큼 기울여진 파이버 브래그 격자는 in-fiber 편광자로 이용되어졌다.⁽²⁾ 마찬가지로, 그림 1에서와 같이 평면도파로에 $\theta_B = \tan^{-1}(n_2/n_1)$ 로 기울어진 격자를 새김으로써 in-PLC 편광자를 형성할 수 있으며, 여기서, n_1 은 평면도파로의 도파관 굴절률이고, n_2 는 격자가 새겨지는 동안에 증가된 굴절률이다.

집적화된 외부 공진기 레이저는 FP-LD, 외부 거울로서의 브래그 격자, 레이저 공진기내에 형성된 in-PLC 편광자로 이루어져 있다. FP-LD와 브래그 격자사이에 빛이 왕복 전송되는 동안에, TM 편광 모드는 in-PLC 편광자의 격자면에서 모두 반사되고, 에너지도 손실된다. 반면에 모든 TE 편광 모드는 손실없이 격자면을 통과하여 전송된다. 그러므로, 공진기내에 간단히 기울어진 격자를 형성함으로써 선형편광도가 높은 레이저 빔을 얻을 수 있다.

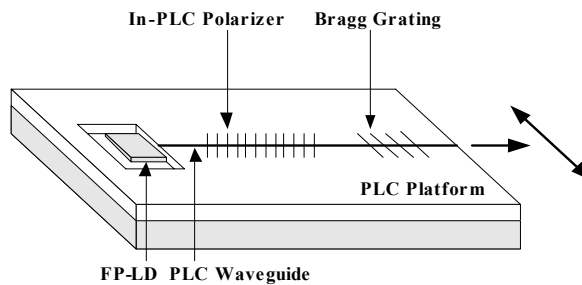


그림 1. 평면도파로에 집적화된 선형편광도가 높은 외부 공진기 레이저의 구성도

그림 2는 본 논문에서 구현한 평면도파로에 집적화된 외부 공진기 레이저의 발진 스펙트럼을 나타낸 것이다. 외부 거울로서의 브래그 격자의 투과 스펙트럼은 그림 2 내부에 삽입된 그림과 같으며 중심 파장은 대략 1310nm이고 반사도는 60%, 통과파장폭(full-width at half maximum, FWHM)은 0.44nm이다. 멀티모드로 발진하는 FP-LD는 브래그 격자의 중심파장에서 단일종축(single-longitudinal)모드로 안정화되었으며 50dB의 인접모드억압비(sidemode suppression ratio)를 가진다.

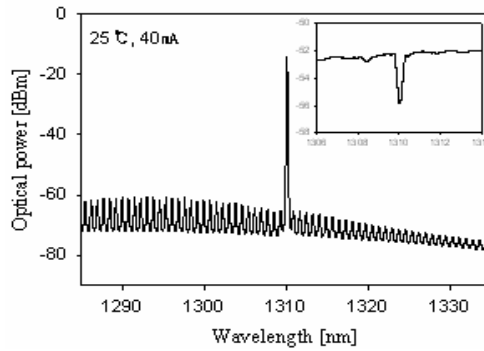


그림 2. 평면도파로의 외부 공진기 레이저 발진 스펙트럼

그림 3은 외부 공진기 레이저의 편광소거율이 in-PLC 편광자의 길이와 제작시 UV 노출 시간과의 관계를 나타내는 것으로 편광소거율은 편광자의 길이와 UV 노출 시간에 선형적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 편광자 길이와 UV 노출 시간을 증가시킴으로써 평면도파로의 외부 공진기 레이저의 편광도를 더욱 향상시킬 수 있음을 나타낸다.⁽³⁾

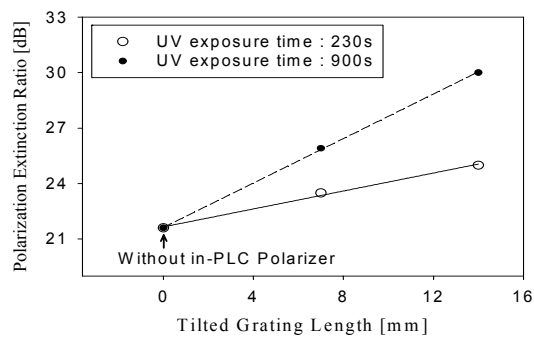


그림 3. 편광소거율과 UV노출 시간 및 기울어진 격자길이와의 관계

본 논문에서는 45°기울어진 격자를 기반으로 한 in-PLC 편광자를 이용하여 평면도파로에 하이브리드 집적화된 선형편광도가 높은 외부 공진기 레이저를 제안하였다. in-PLC 편광자는 UV를 이용하여 레이저 공진기 내부에 간단히 형성시켰으며, UV노출 시간을 증가하거나 길이를 늘림으로써 외부 공진기 레이저의 편광소거율을 더욱 향상시킬 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술부 과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10252-0)지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. T. Tanaka et al., "Hybrid integrated external cavity laser using 1.5% ΔPLC," EL 41, 73-74 (2005).
2. T. Erdogan, and J. Sipe, "Tilted fiber phase gratings," J. Opt. Soc. Am. A, vol. 13, no.2, pp. 296-313, 1996
3. J. H. Lim et al., "Investigation of Grating Growth Characteristics in Planar Lightwave Circuits for External Cavity Laser," FIO 24, 73-82 (2005).