

# Laser Emission from a Flexible 1-D Organic Laser

## 플렉서블 1차원 유기 레이저의 광 발진

김선용, 김두엽, 박진호, 오승석, 한송희\*, 박병주  
 광운대학교 전자물리학과, 광주과학기술원 고등과학기술연구소  
 bcpark@kw.ac.kr

최근, 서로 다른 굴절률( $n$ )을 갖는 층의 주기적인 배열로 구성된 광 밴드 갭(PBG; Photonic Band Gap)<sup>(1,2,3)</sup> 물질과 유기 활성층을 결합한 형태의 유기 레이저에 대한 연구<sup>(4,5,6)</sup>가 활발히 진행되고 있다. 일반적으로 1차원 광 밴드 갭 물질은 서로 다른  $n$ 의 주기적인 배열 구조인 (High  $n$ )/(Low  $n$ ) 방식으로 적층하여 제작되고 있으며, 이로부터 형성되는 밴드 갭 Edge에서 모드 밀도(Density of Mode)를 증강시켜 lasing 현상을 일으키고 있다.

본 연구는 PBG 물질과 유기 활성층을 결합한 유기 레이저를 유연하며(Flexible), 박형(Thin)인 PET(polyethylen terephthalate) 필름 위에 제작하여(그림 1), 제조 공정이 단순한 플렉서블 유기 레이저의 광 발진 가능성을 살펴 보았다. 본 실험에서 사용된 1차원 광 밴드 갭 / PET 필름의 광 밴드 갭은 630 nm와 780 nm에 형성되어 있다. 광 밴드 갭의 파장 대역에서 발광 특성을 갖는 유기 Dye, 4-(dicyanomethylene)- 2-tert-butyl-6(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran (DCJTB) 분자를 발광성 물질로 사용하였다. DCJTB 분자를 고르게 열 경화성 에폭시 host에 분산시키고 스페이서(50  $\mu\text{m}$ )를 삽입한 두 장의 광 밴드 / PET 필름으로 접착하여 소자를 완성하였다. (그림 1) 이때, DCJTB를 함유하는 에폭시 host의 두께는 약 50  $\mu\text{m}$  정도이며, 사용한 PET film의 두께는 약 0.5 mm 정도였다.

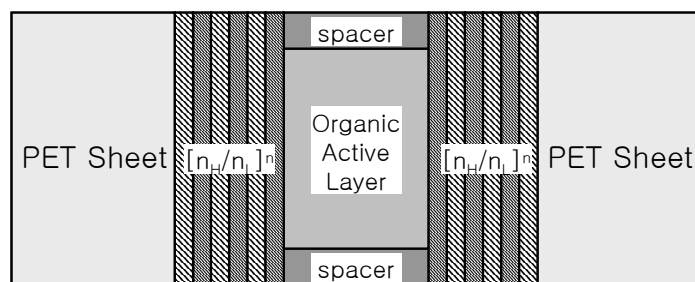


그림 1 PET를 이용한 플렉서블 유기 레이저의 구조

355 nm 파장의 펄핑 레이저를 이용하여 광펄핑을 한 PET 유기 레이저 소자에서 600~680 nm 파장 대역의 PL(Photo-Luminescence)이 관찰되었다. 특히, 밴드 Edge인 660 nm에서 레이저 발진이 일어남을 확인하였다.(그림 2) 그림 2에 나타난 스펙트럼에서 보이는 것과 같이, 펄핑 레이저의 세기를 증가시키기에 따라 PL 세기에 비해, 레이저 발진 피크의 세기가 급격하게 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

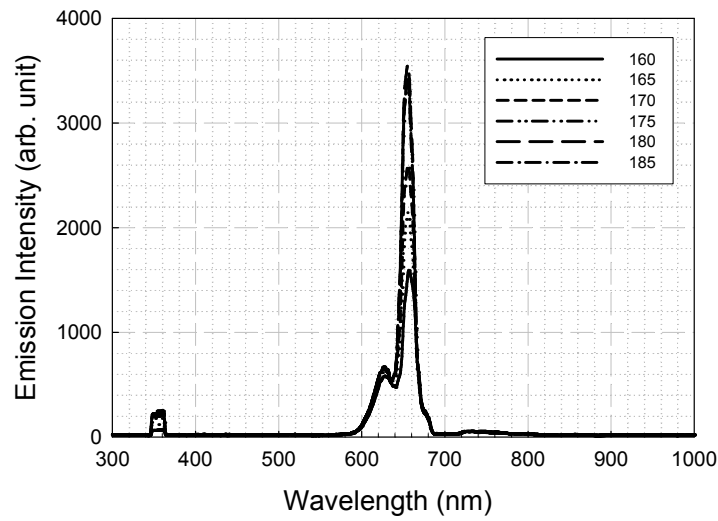


그림 2 펌핑 레이저 파워의 변화에 따른 유기 레이저의 스펙트럼(왼쪽의 355 nm 피크는 광 펌핑 레이저)

위의 결과들로부터, 유기 레이저의 발현이 플렉서블 기관에서도 가능함을 입증할 수 있었다. 또한, 이를 바탕으로 하여, 유기 플렉서블 기관을 이용한 전 유기레이저(All Organic Laser) 개발에도 적용할 수 있는 가능성을 보였다.

#### 참고문헌

1. E. Yablonovitch, *Phys. Rev. Lett.* 58 (1987) 2059.
2. Jonathan P. Dowling, Michael Scalora, Mark J. Bloemer, and Charles M. Bowden, *J. Appl. Phys.* 75 (1994) 4.
3. J. D. Joannopoulos, P. R. Villeneuve, S. Fan, *Nature* 386 (1997) 143.
4. K.-C. Shin, F. Araoka, B. Park, Y. Takanishi, K. Ishikawa, Z. Zhu, T.M. Swager, H. Takezoe, *Jpn. J. Appl. Phys.* 43 (2004) 631.
5. J. Schmidtke, W. Stille, H. Finkelmann, S. T. Kim, *Adv. Mater.* 14 (2002) 746.
6. J. Hwang, M.H. Song, B. Park, S. Nishimura, T. Toyooka, J.W. Wu, Y. Takanishi, K. Ishikawa, Hideo Takezoe, *Nat. Mater.* 4 (2005) 383.