

콜레스테릭 액정으로 제작된 1D Photonic Crystal 에서의 lasing 특성 연구

Lasing study at 1D Photonic Crystal by cholesteric liquid crystal

정미윤, 최현희, 강보영, 황지수, 우정원

이화여자대학교 나노과학부 & 물리학과

jmy97@ewha.ac.kr

콜레스테릭 액정을 이용하여 1차원 photonic crystal(1D CLC) 을 제작(두께: ~12um)하고 photonic band gap 경계에서의 레이징 특성을 연구하였다. CLC 시료는 네마틱 액정 ZLI2293과 카이랄 물질 S811(Merck) 에 레이저 색소 DCM(0.5 Wt %)을 섞어서 만들었다. 아래의 그림 1에서는 제작된 1D CLC의 투과(T)와 반사(R) 스펙트럼으로부터 photonic band gap(PBG)을 확인할 수 있다. 그리고 DCM 색소 분자의 CLC 구조 안에서의 형광 스펙트럼(PL)을 측정하는 것을 보여주는데, 메탄올에 녹였을 때 보다 PL peak이 약 20 nm 정도 blue shift 했다. 펌퍼빔으로는 Q-스위칭 Nd:YAG 레이저의 제이고조파인 532 nm(~7 nS 펄스)를 이용하였다. 그림 2에서 (a)는 532 nm 로 펌핑했을때 발생된 레이저 스펙트럼을 보여주고 있다. (b) 는 펌퍼빔의 임계세기 (lasing threshold > 1uJ) 아래에서의 시료의 방출 스펙트럼을 보여준다. PBG내에서는 DCM 색소의 형광이 줄고, PBG 경계에서는 강화되는 것을 보여준다.

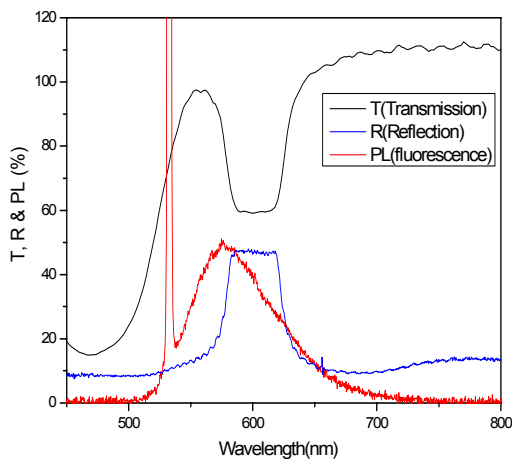


그림1. 제작된 CLC의 투과율(T), 반사율(R) 그리고 형광세기(PL)

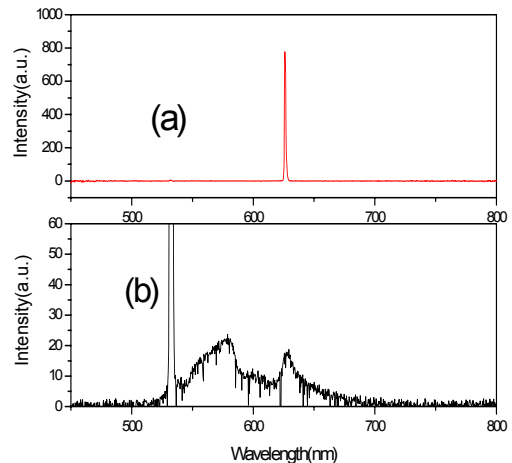


그림2. (a) 레이징 스펙트럼 (b) 펌퍼파위에 따른 레이저 세기

그림 3은 펌퍼빔의 세기에 따른 발생된 레이저 세기를 보여 주고 있다. 펌퍼파의 펄스당 임계세기 (lasing threshold)는 약 7 MW/cm^2 임을 알 수 있다. 그림 4는 레이징 사진을 보여준다. 시료에 펌퍼빔이 약 30도로 입사하여 반사와 투과를 하고(녹색), 시료에 수직인 방향으로 앞과 뒤, 양쪽으로 레이징(빨강 625 nm)

이 발생하는 것을 보여준다. 레이징 전환율은 약 2% 였다. CLC 1D photonic crystal 에 전기장을 걸었을 때의 PBG 와 레이징 특성을 알아보기 위해, 시료에 전기장을 인가하여 그 변화를 관측하였다. DC-와 AC-Voltage (1 kHz) 를 인가 하였다. 그림 5는 AC-(1 kHz) Voltage를 인가했을 때의 변화를 PBG 와 레이징을 동시에 측정 한 것을 보여준다. 인가 전압이 일정한 값까지는 증가하여도 아무런 변화가 없다가 17.3 V에서 약간 PBG 가 오른쪽 경계가 감소하고 레이저 세기도 감소하기 시작하다가 21.3 V 가 되면 PBG가 오른쪽으로 15nm 정도 이동하고 반사율도 50 %에서 35 % 로 줄고 더 이상 레이징이 일어나지 않는다. 인가 전압이 더 증가하면 더 왼쪽으로 이동하고 반사율도 감소하여 결국 PBG가 깨어진다. 이렇게 깨진 PBG 는 인가했던 전압을 감소하여도 회복되지 않는다. DC 전압을 인가했을 때도 비슷한 경향을 보였다.

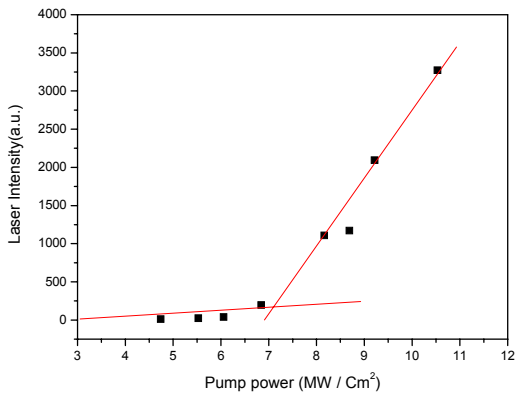


그림 3. 펌퍼파워에 따른 레이저 세기

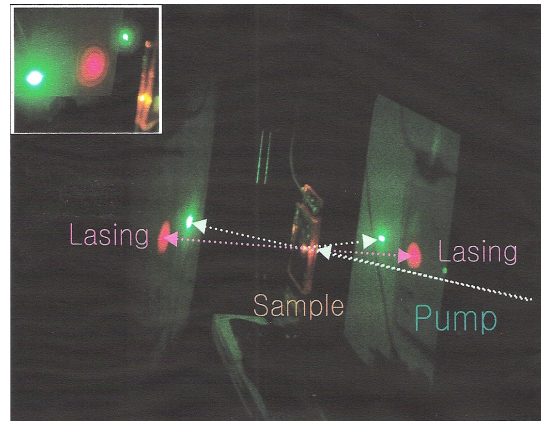


그림 4. Lasing 사진

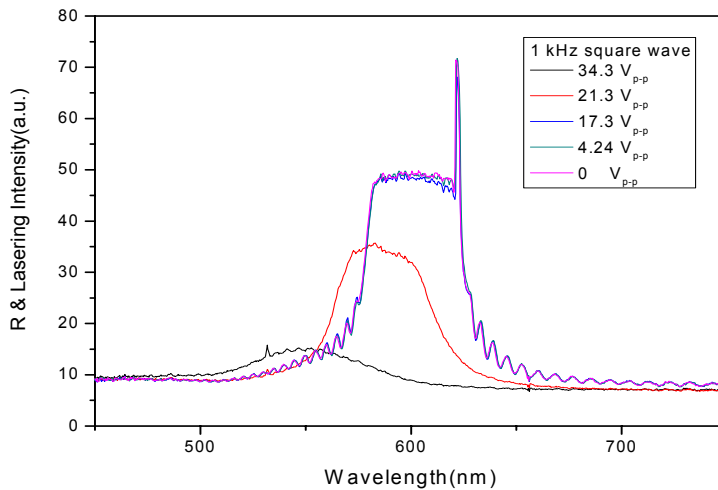


그림 5. 인가 전압(AC-1 kHz)에 따른 PBG 와 발생된 레이저 세기의 변화