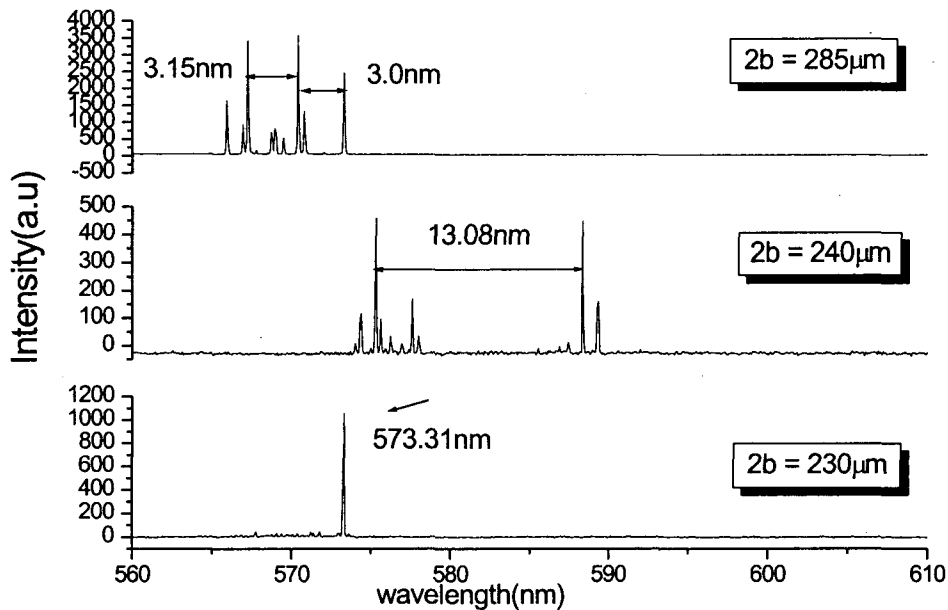


# 한 층 덮혀진 이중 마이크로 실린더 캐비티 레이저에서 간섭현상으로 인한 모드 특성과 단일 모드 생성 Mode Characteristics and Single Mode Generation by Interference in a Layered Cylindrical Microcavity Laser

황미현, 이상범, 문희중\*, 이재형, 장준성  
서울대학교 물리학과, \*세종대 광공학과  
redmoon@phya.snu.ac.kr

본 실험은 한 층 덮혀진 마이크로 캐비티 레이저에서 단일 모드 생성을 관찰하였다. Capillary(굴절률  $m_1=1.458$ )안에는 이득 물질로 Rh-6G색소를 첨가한 Etylene glycol(굴절률  $m_2=1.43$ )용액과 Etanol용액(굴절률  $m_2=1.361$ )을 각각 흘려주었다. Capillary의 외경을 조절할 수 있었는데 그 두께가 얇아질수록 모드 간격이 넓어져서 모드 수가 적어지는 경향성을 보았다. 이것은 불연속적인 굴절률을 가짐으로써 생성된 두 cavity사이의 결합으로 인해 생긴 간섭현상으로 설명된다. <sup>(1)</sup>

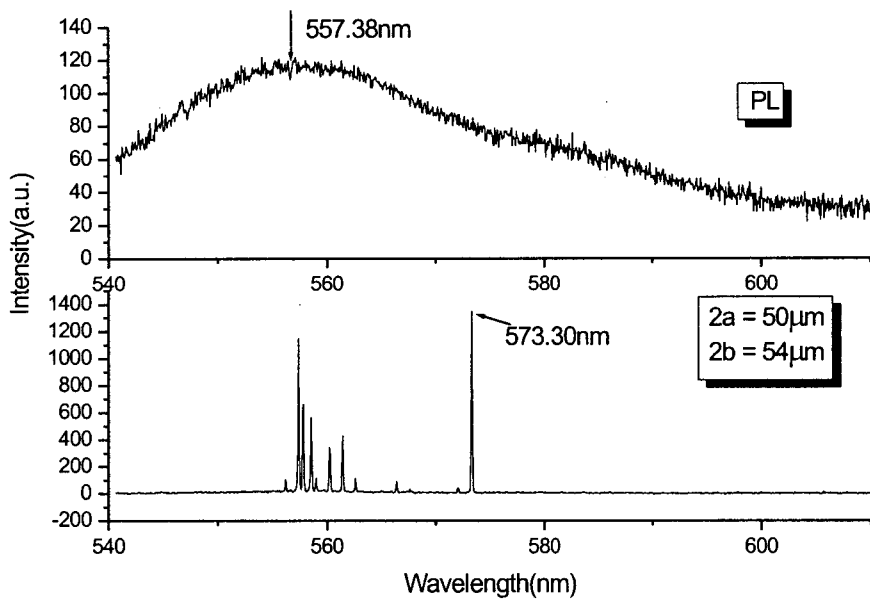
[그림1]은 Rh-6G가 첨가된 etylene glycol용액을 사용한 경우의 lasing spectrum이다. 이 때 내경이  $203 \mu m$ 이고, 외경이 각각  $230 \mu m$ ,  $240 \mu m$ ,  $285 \mu m$ 인 capillary를 사용하였다. 이 때 외경은 HF 용액에 녹임으로써 조절 할 수 있었다.



[그림1]

내경  $2a=203\ \mu\text{m}$ 에 대해서 외경이  $2b=230\ \mu\text{m}$ 일 때는  $573.31\text{nm}$ 에서 single mode가 발진되었고,  $240\ \mu\text{m}$ ,  $285\ \mu\text{m}$ 일 때 간섭 주기가 각각  $13.08\text{nm}$ ,  $3.68\text{nm}$  이 됨을 측정하였다. 이것들의 이론값은 외경  $230\ \mu\text{m}$ ,  $240\ \mu\text{m}$ ,  $285\ \mu\text{m}$ 일 때 간섭주기가 약  $20\text{nm}$ ,  $13\text{nm}$ ,  $4.8\text{nm}$ 이다. 흥미로운 사실은 외경  $230\ \mu\text{m}$ 에서 간섭 주기 이론값이  $20\text{nm}$ 이지만 실험에서 single mode가 발진되었다는 것이다. 이것은 PL의 중심부분에서 멀리 떨어진 영역에서 충분히 gain을 얻지 못하여 발진이 억제될 수 있기 때문에 이론적으로도 single mode 발진의 가능성이 있다. 이것은 입사된 빛이 내부 경계면에서 반사되는 빛과 침투되는 빛으로 갈라져 이로 인한 경로차에 의해 간섭현상이 일어나기 때문이다. 두께가 얇을수록 경로차가 작아져서 multi-mode가 생성되지 않는다. 전체적인 경향성은 일정한 내경  $2a$ 에 대하여 외경  $2b$ 가 줄어들수록 간섭 주기가 길어지는 현상을 보인다. 이는 smaller cavity(빛의 공명 파장과 비교했을 때 cavity 길이가 긴 것)에서 모드 간격이 넓어지는 일반적인 현상과 일치한다.

또 다른 sample로  $2a = 50\ \mu\text{m}$ ,  $2b = 53.7\ \mu\text{m}$ 인 capillary를 사용하여 Rh-6G를 첨가한 에탄올 용액  $1\text{mM/L}$  ( $m_1=1.361$ ) 를 흘려주었다. Sample의 스펙트럼을 [그림 2]에 나타내었다



[그림2]

PL peak 근처에서 발진된 lasing mode는 dye 용액 자체와 결합되어 지름방향으로 왕복하면서 발생하는 radial mode로 추정되어진다. 하지만  $573\text{nm}$  근처에서 WGM의 single mode가 발진되었다. 이론적인 간섭 주기를 계산을 해볼 때 그 주기가 상당히 넓어서 single mode가 발진 되어야함을 예측할 수 있는데 이는 이론 값과 실험 값이 일치함을 보여준다.

1. K. C. Knight, H. S. T. Driver, and G. N. Robertson, Opt. Lett. 1296, 18, (1993).