

지능형 교통 시스템에 적용을 위한 광양자테 레이저 연구 ITS applications of photonic quantum ring laser

김영천, 김무진, 안성재, 윤준호, 이승은, 권오대
포항공과대학교 전자전기공학과
phobos@postech.ac.kr

지능형 교통 시스템은 첨단 정보 통신 기술을 도로 교통 분야에 적용하여 사고 및 피해를 줄이고 운전 효율성을 증대하는 이른바 최적의 교통 관리 체제를 말한다. ITS중에서도 AVHS (Advanced Vehicle and Highway System) 및 RCAS (Rear-end Collision Avoidance System) 기술에서 차량 사고 방지를 위한 전 방향 위험경고 및 예고 서비스를 위해 고성능 센서와 제어 장치로 정보 통신을 함으로써 안전하고 신뢰성 있는 고속 주행이 가능하다.

광양자테 레이저^(1,2) 어레이의 각도에 따른 파장 변화를 이용하여 RCAS 기술에 적용할 경우 optical filter와 photodiode를 이용하면 이의 구현이 가능하다. 센서, 즉 발광부를 자동차 후방에 설치하고, 앞쪽에는 수광부로 filter와 photodiode로 구성된 모듈과 신호 처리 장치만 추가하면, 이를 통해 차량의 속도 및 가속도들에 대한 정보를 운전자에게 제공한다. 이것에 대한 간략도를 그림 1(a)에 보였다. 또한, 도로 위주의 신 개념 IRS (Intelligent Road System) 기술에 적용하기 위한 3 modes 3 points (3m3p) 광 ITS 개념도를 그림 1(b)에 나타내었다. ITS chip의 모드별 광 세기가 $I(\lambda_1) > I(\lambda_2) > I(\lambda_3)$ 일 경우, 그림처럼 λ_1 광원을 lane을 횡단하는 광 ITS detection용으로 사용하고, λ_2 광원은 뒷차쪽으로 보내는 RCAS용 신호이며, λ_3 광원은 근거리의 lane keeping 시스템용으로 쓴다. 개발중인 광 ITS 칩은 소자의 소형화 및 타원화 연구를 통하여 레이저 에너지가 3방향 3모드에 집중되도록 설계한다.

그림 2(a)는 지름 20um인 소자에 2.5mA의 전류를 주입하여, 소자 표면의 수직인 방향에서 10도와 15도 기울인 각도에서 single mode fiber를 이용하여 측정된 스펙트럼이며, 그림 2(b)는 직경 6um인 소자에 0.6mA의 전류를 주입했을 때의 측정 결과이다. 각도의 변화에 의해 모드의 피크 파장이 이동하는 것을 관찰할 수 있고, 6um 소자에서는 3개의 모드에 의한 발진이 나타남을 확인할 수 있다. 따라서 지름이 6um인 소자들의 어레이를 제작하게 되면 발진되는 모드들의 coupling에 의해 3방향으로 높은 intensity를 가진 소자 특성을 얻을 수 있을 것이다.

그림 3(a)는 한 변의 길이가 20um인 소자에 5mA의 전류를 주입하여, 소자 표면의 수직인 방향에서 15도와 20도 기울인 각도에서 측정된 스펙트럼이며, 그림 3(b)는 6um인 소자에 1.4mA의 전류를 주입했을 때의 측정 결과이다. 원형 소자와 마찬가지로 각도 변화에 의해 모드의 피크 파장이 이동하는 것을 관찰할 수 있고, 크기가 작아질수록 모드수가 감소한다.

그림 4(a)와 (b)는 장축 24um, 단축 20um, 그림 4(c)와 (d)는 장축 24um, 단축 8um 타원 소자의 장축(그림 4(a)와 (c))과 단축(그림 4(b)와 (d)) 방향에 대한 스펙트럼을 조사한 것이다. 장축 데이터는 축의 방향이 지면과 평행한 면 위에서 fiber의 각도를 변화시키면서 측정된 데이터를 말한다. 출력의 방향성을 보이는 타원형 마이크로디스크와는 달리 타원형 PQR 레이저는 스펙트럼에 변화가 있으며, aspect ratio(단축의 길이/장축의 길이)가 줄어들수록 모드수가 감소함을 관찰할 수 있다.

PQR 레이저 어레이의 3 modes 3 points detection 시스템을 위하여 다양한 형태의 소자를 제작해 특성 분석을 하였다. 소자의 방위각, coherence 영향 등을 연구하여 3m3p 광 ITS 기술을 발전시킬 것이다.

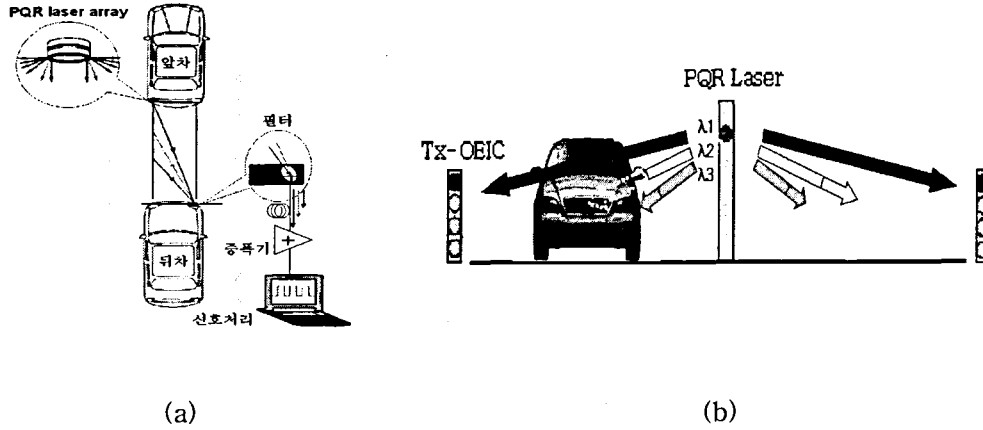
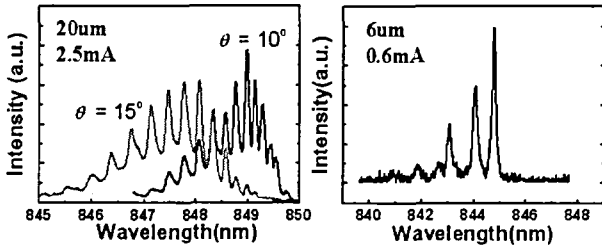
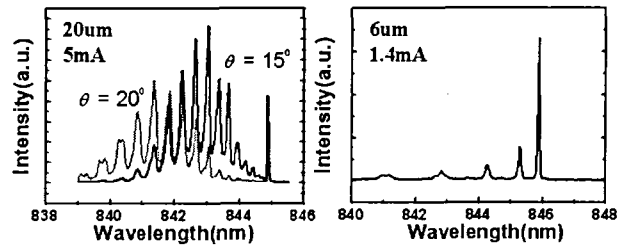


그림 1. (a) ITS용 광 RCAS 기술 및 (b) 3 modes 3 points 광 IRS 개념도.



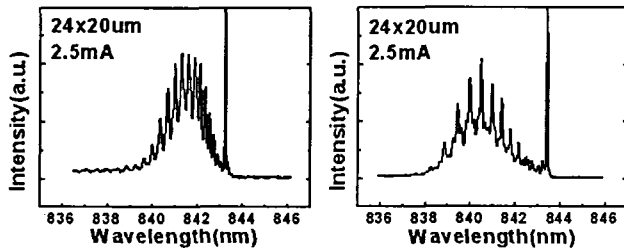
(a)

그림 2. (a) 지름 20μm 소자에 2.5mA를 주입하여 10도와 15도, (b) 지름 6μm 소자에 0.6mA를 주입하여 10도에서 측정된 스펙트럼.



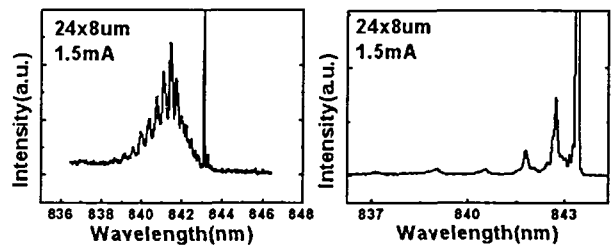
(a)

그림 3. 한 변의 길이가 (a) 20μm 정사각형 소자에 5mA를 주입하여 15도와 20도, (b) 6μm 소자에 1.4mA를 주입하여 20도에서 측정된 스펙트럼.



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 4. 시각도 15도에서 aspect ratio가 0.8, 0.33인 타원 소자의 장축과 단축 방향에서 측정된 스펙트럼.

■ 참고문헌

1. J. C. Ahn, K. S. Kwak, B. H. Park, H. Y. Kang, J. Y. Kim, and O'Dae Kwon, "Photonic Quantum Ring", Phys. Rev. Lett., Vol. 82, pp. 536-539, 1999.
2. B. H. Park, J. Bae, M. J. Kim, and O'Dae Kwon, "Chiral wave propagation of manifold of the photonic quantum ring laser", Appl. Phys. Lett., Vol. 81, pp. 580-582, 2002.