

광양자테 레이저의 응용

The Application of Photonic Quantum Ring Laser

김무성, 박병훈, 강민구, 배중우, 백승덕, 최승갑*, 권오대,
 포항공과대학교 전자전기공학과, *포항제철연구소 계측제어연구팀
 mszkim@postech.ac.kr

마이크로 디스크의 위스퍼링 갤러리 모드를 응용한 광양자테(Photonic Quantum Ring; PQR) 레이저가^[1,2] 지닌 특성중 레이저 출력면의 각도에 따라 각각 다른 파장의 빛을 방출하므로, 각도에 따른 각 파장별 필터를 이용하면 각도 감지센서, 공간형 WDM 등 여러 가지 용도에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

그림1은 광섬유를 이용하여 소자의 각도에 따른 발진파장을 측정하기 위한 장치도이다. 활성층(Active Region) 위, 아래의 DBR(Distributed Bragg Reflector)로 이루어진 Microcavity 형태를 갖는 PQR소자를 단순화하여 $1-\lambda$ 공진기 구조의 Interface라하고, 그 출력파장 λ 를 계산해 보면, $\lambda = \lambda_0 \cos \theta_r$ 나타낼 수 있다. 그림2는 시각도 θ 를 0도에서 30도로 1도 간격으로 PQR소자의 시각도를 증가시키면서 측정된 파장을 Plot한 것으로, 이론치는 7.4nm, 실험치는 7.3nm의 청색천이(Blue Shift)를 하였다. 측정 장비 OSA(Optical Spectrum Analyzer)[HP 70951A]의 분해능이 0.08nm임을 감안할 때, 일치하는 결과를 보여주고 있다.

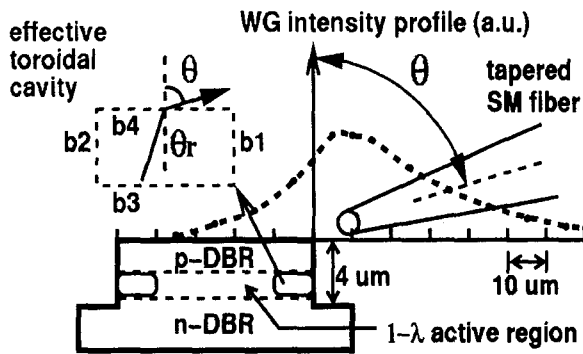


그림 1 PQR소자의 각도측정

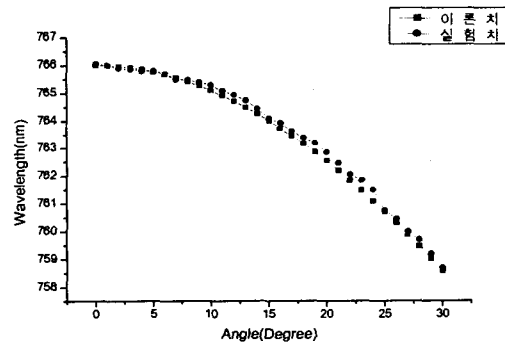


그림 2 PQR소자의 각도특성

현재 각도 감지 기술은 회전축의 기계적 회전각도의 눈금들을 광학적으로 읽어내는 encoder기술을 사용하는 원시적 수준에 매여 있고, 거리 측정 기술과는 별도로 복잡하게 혼합하여 사용할 수 있는 형편이다.

따라서 본 논문에서는 PQR소자의 각도에 따른 다파장 특성을 이용해서 Inverted Pendulum 제어에 관해 고찰해 보았다. Pendulum을 제어하기 위해서는 Pendulum이 수직에서 어느 정도 기울어져 있는지를 알아내는 것이 필요하다. 수직에서 기울어진 각도만 알아내면 그것을 이용하여 모터를 움직여서 기울어지지 않게 하는 방향으로 수평축을 움직이게 할 수 있다. 따라서, PQR소자와 Portable OSA를 이용하여 각도에 따른 파장을 분석함으로써 정밀한 각도 정보를 얻어낸다.

그림3의 전체시스템 구성도에서 알 수 있듯이 PQR소자는 수평축 끝에 고정되어 있고, 광 수신부는 움직이는 Pendulum에 PQR 소자를 마주 보고 있는 형태이다. 만약 Pendulum이 수직으로 세워지면 광 수신부는 PQR 소자에서 수직으로 나오는 빛을 받아들인다. 만약 Pendulum이 기울어지면 기울어진 각도만큼의 다른 빛을 받아들인다. 그림에서 보이는 광 수신부는 Portable OSA로 연결되어 파장을 분석하게 된다. Pendulum을 제어하는 최적의 각도 영역인 5도 이내에서는 Portable OSA의 분해능이 0.4nm 밖에 되지 않으므로, 0.4nm 오차 미만인 값들은 같은 값으로 인식한다. 하지만 Pendulum이 0도에서 5도 범위를 움직일때, 소자의 감지영역을 0도에서 30도로 확대한다면 분해능 문제가 해결되므로, 제어가 가능하게 된다.

또한, PQR 소자의 각도에 따른 다파장 특성은 삼각측량 알고리즘 구현으로 실제 로봇 측구에서 로봇의 위치를 감지하는데 응용할 수 있다. 그림4는 PQR을 장착한 로봇의 위치를 감지하는 위치 A(20,37), B(70,120), C(140,24)로 정하고, A, B, C가 이루는 삼각형 안쪽에 P(70,80)[로봇의 위치]가 위치한다는 가정하에 P점과 각각의 A, B, C가 이루는 각 α , β , γ 를 계산해 보았다. 그 계산값은 $\alpha = 13.2492$, $\beta = 11.3099$, $\gamma = 24.1428$ 이고 이 값들을 토대로 다시 P점을 계산하면 결과가 일치함을 볼 수 있다.

본 논문에서는 PQR소자의 각도에 따른 파장의 청색천이 현상을 이용해 제어분야에 활용을 모색해 보았다. 현재 소자의 개발단계가 초기이므로 앞으로 더 좋은 소자가 개발되면, 선적을 위해 대기중인 트랙의 위치를 파악하고 그 위치로 크레인을 이동시켜 선적하는 일련의 과정을 완전 자동화하거나, 생산된 제품을 야적하는 창고 자동화, 야적되어 있는 제품의 분포를 파악하여 가장 효율적인 위치에 생산된 제품을 야적할 수 있는 물류자동화 등에 많이 응용되고 있는 무인 이동로봇 등 제어분야에 널리 활용될 것이다.

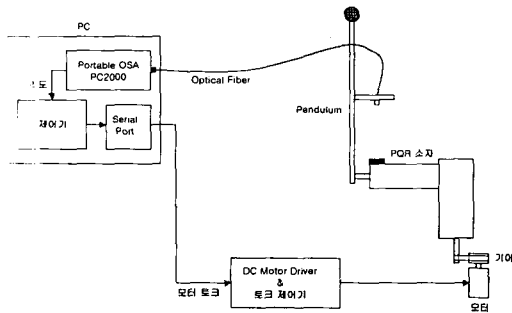


그림 3 RIP시스템 구성도

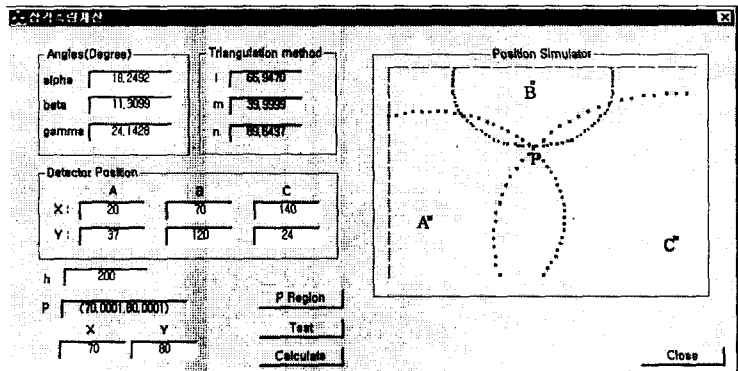


그림 4 로봇의 위치

참고 문헌

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. J. C. Ahn, H. Y. Kang, and O'Dae Kwon, "Angle-dependent multiple wavelength radial emissions in a toroidal microcavity: (A Photonic Quantum Ring Laser)", Proc. SPIE, Vol. 3283, pp. 241-251, 1998.
3. L.X. Wang, "Adaptive fuzzy system and control", Prentice-Hall, 1994