

광양자테 레이저의 편광특성을 이용한 광 인코더

Optical encoder by using Photonic Quantum Ring laser polarization characteristics

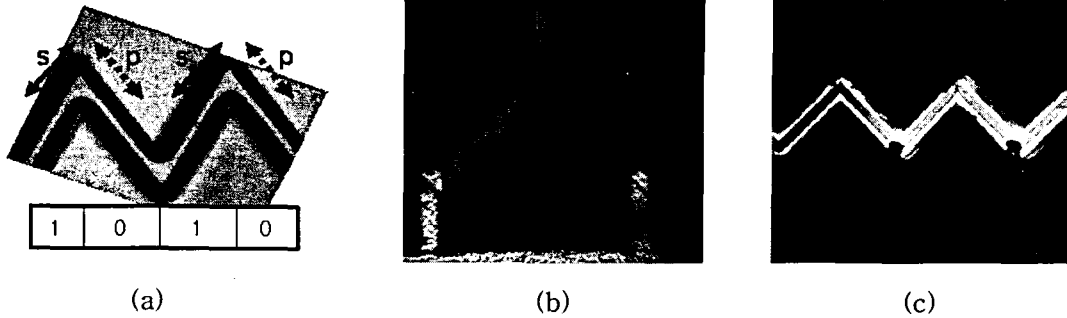
이은규*, 김동권, 김영천, 권오대
포항공과대학교 전기전자공학과
e-mail: eungyu00@postech.ac.kr

공장 자동화 및 물류 자동화 등에 많이 응용되고 있는 무인 이동로봇의 정밀한 움직임은 로봇의 관절을 구성하는 회전축의 각도 검출 정밀도에 의해 결정된다. 각도를 검출하는 센서로는 광원+슬릿(slot)+수광부로 조합된 인코더가 사용되는데, 각도의 정밀한 resolution은 인코더 외부 지름의 트렉수(눈금역할을 하는 부분)에 비례관계를 갖는다. 현재의 상용화되고 있는 인코더의 크기는 대략 20mm~50mm 정도의 크기를 보이는데, 이러한 인코더의 크기와 성능은 반도체 레이저를 사용한 광 인코더를 사용함으로써, 광원+수광부 만으로 소형화·간편화시켜 동시에 resolution도 개선될 수 있다. 광양자테(Photonic Quantum Ring) 레이저는 μm 급 극소 문턱 전류로 동작이 가능하므로 전력 소모비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라, PQR의 양자선 특성에 따라 기존 상용 레이저에서는 볼 수 없는 온도 및 발전 파장의 안정성을 보여준다⁽¹⁾. 또한 양자 우물 평면에 수직 방향(surface normal)을 기준으로 시각도 30° 이내 영역에서 원형 대칭인 소자의 테두리에 평행(tangential)한 편광특성은 각도의 변화를 광학적으로 검출할 수 있는 광 인코더의 제작을 가능하게 한다.

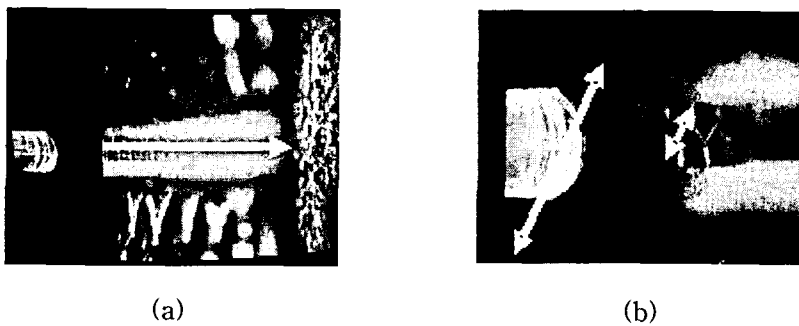
[그림 1] (a)는 ZIGZAG형 PQR 편광 어레이의 편광 방향을 나타낸 그림으로 편의상 각각의 직선형 길이 방향에서 방출되는 빛을 S편광, P편광이라 정한다. [그림 1] (b)와 (c)는 폭 $7\mu\text{m}$, 전체 길이 1.3mm의 크기를 갖는 ZIGZAG형 PQR 편광 어레이와 제작된 소자에 1mA의 전류를 주입한 후의 CCD 사진이다. [그림 2]는 광 파이버의 앞단에 선형 편광판을 부착, 소자의 S편광과 P편광 중 하나의 편광만을 선택적으로 검출하는 실험을 나타낸다. [그림 2] (a)에 보이는 화살표는 광 파이버가 소자를 따라 이동하는 방향을, [그림 2] (b)에 보이는 화살표는 소자의 S편광 방향과 일치하는 광 파이버 앞단에 부착된 선형 편광판의 편광 방향을 나타낸다. [그림 3]은 0.8mA의 전류 주입 후 ZIGZAG형 PQR 편광 어레이에서 방출하는 빛의 세기를 측정된 그래프이다. 측정은 광 파이버의 중심이 소자의 위쪽 꼭지점에 위치하는 경우와 소자의 중앙에 위치하는 경우에 대해 이루어졌다. "upper"는 광 파이버의 중심이 소자 위쪽 꼭지점의 위치에 있을 때, "center"는 광 파이버의 중심이 소자 중앙의 위치에 있을 때의 측정 결과를 나타낸다. $900\mu\text{m}$ 부근에서 소자 제작 공정상의 문제로 소자로의 전류 주입이 제대로 이루어지지 않아 빛의 세기가 급격히 감소한 부분이 발생하였다. "upper"와 "center"의 두 가지 경우에 상대적인 빛의 세기 차이는 다르지만, 이용된 편광판의 편광 방향과 일치하는 S편광이 P편광에 비해 더 많이 검출됨을 알 수 있다. 개선된 결과는 실험을 더 진행하여 추후에 보고하도록 한다. 이상으로 원형 PQR의 편광 특성을 확장하여 ZIGZAG형 PQR 편광 어레이 모양의 광 인코더에 응용하였다. 각각의 직선형은 길이 방향으로 편광된 빛을 방출하는 특징을 보여준다. 간단히 S편광을 "1", P 편광을 "0"으로 설정하여, 앞단에 편광판을 부착한 광 파이버 등을 이용해 위치, 각도 정보를 인코딩(digitized)할 수 있다.

Reference

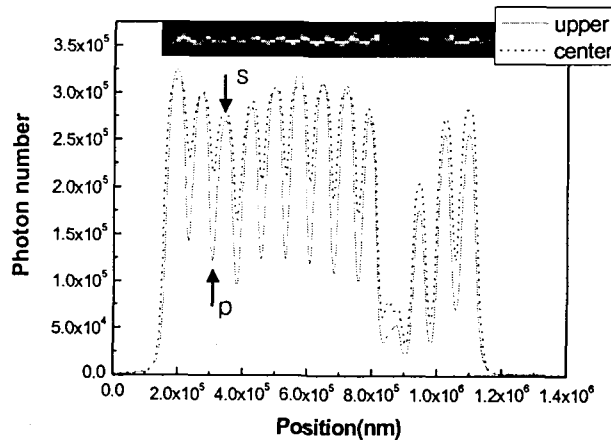
1. J.C.Ahn, K.S.Kwak, B.H.Park, H.Y.Kang, J.Y.Kim, and O'Dae Kwon, "Photonics quantum ring", Phys. Rev. Lett. 82, 536-539 (1999).



[그림 1] (a) ZIGZAG형 PQR 편광 어레이의 편광 방향 (b) $7\mu\text{m} \times 60\mu\text{m} \times 25$ 의 크기를 갖는 ZIGZAG형 PQR 편광 어레이의 CCD 사진 (c) ZIGZAG형 PQR 편광 어레이에 1mA의 전류 주입 후 CCD 사진



[그림 2] (a) 앞단에 편광판을 부착한 광 파이버의 이동 방향을 나타낸 그림 (b) 광 파이버에 부착된 편광판의 편광 방향을 나타낸 그림



[그림 3] ZIGZAG형 PQR 편광 어레이에 0.8mA의 전류 주입 후 편광판을 부착한 광 파이버를 통해 검출되는 빛의 세기를 나타낸 그래프

FE