

세슘원자에서 원자결맞음을 이용한 포토닉밴드갭

Control of the Photonic band gap using quantum coherence in Cs vapor cell.

김민경*, fenglin*, 이림*, 이주희*, 오은하*, 김중복*

*한국교원대학교 물리교육과

1999kmk@hanmail.net

외부 전자기장의 영향을 받고 있는 매질 안에서 일어나는 양자간섭 현상은 전자기 유도 투과 현상처럼 흥미로운 결과를 가져온다. 최근 Lukin과 그 동료들이 EIT에서 정상파 회절을 이용해 광자 국소화를 실험했고⁽¹⁾, Xiao와 그 동료들은 광자적 회절을 EIT에 적용했다⁽²⁾. 이러한 결과들은 공명조건에 있는 조사광의 전자기 유도 투과를 이용한 것이다. 마주보고 진행되는 한 쌍의 외부전기장에 의해 매질 내에 주기적인 굴절률의 변화가 일어났을 때 이 매질을 통과하는 조사광에는 특정 조건에서 차단 현상이 일어난다. 즉 특정 진동수의 조사광이 셀을 통과하지 못하는 현상 포토닉 밴드갭이 형성된다. 이 경우 매질의 굴절률의 변화를 이용하여 밴드갭을 쉽게 변화시킬 수가 있다. FIG 1.은 실험을 위한 원자구도이다. 서로 반대방향으로 진행되는 한 쌍의 강한 펌프광(진동수: w_c , 라비진동수: Ω_c)이 광학적 매질을 통과할 때 정상파가 형성되고 따라서 매질의 굴절률은 변한다. 정상파가 형성된 매질 안을 약한 조사광 펄스가(w_p)가 매질을 지나가려 할 때, 특정 진동수는 완벽하게 차단되거나 반사한다. 즉 필터 역할을 한다. 조사광은 전이선 $|3\rangle - |1\rangle$ 의 공명 진동수와 전이값 Δ_2 ($\Delta_2 > \Omega_c$) 만큼 공명진동수에서 벗어난 값을 갖는다. 조사광에 전이값 Δ_2 을 주는 이유는 조사광이 원자에 흡수되는 것을 피하기 위해서다. 색다른 점은 실험하고자 하는 포토닉밴드갭이 EIT를 바탕으로 만들어지지 않았다는 것이다. EIT조건을 만족하기에는 조사광의 진동수가 공명진동수에서 많이 벗어나기 때문이다. 매질 안에 정상파를 형성하여 굴절률을 변화시키는 펌프광의 진동수는 조사광과 유사하다. 우리의 실험은 브래그 반사의 보다는 회절격자의 간격이 을 조정하기가 쉽다. 우리의 포토닉밴드갭 시스템의 광학적 격자 간격은 펌프광의 진동수변조와 라비진동수를 바꾸어서 차단되는 조사광의 진동수영역을 쉽고 광범위하게 바꿀 수 있다.⁽³⁾

FIG2.와 같이 서로 반대방향으로 진행되는 펌프광을 만들기 위해 셀을 지난 펌프광을 거울에 반사시켜 셀 안에 정상파를 형성하게 하였으며, 매질의 굴절률을 조절하는데 중요한 변수인 라비진동수와 변조값을 변화시키기 위해 광의 세기를 변화시키거나 펌프빔을 전이값 Δ_1 만큼 바꾸고 그보다 조금 작은 값 근처에서 조사광의 진동수를 스캔 하며 신호를 관찰할 수 있다.

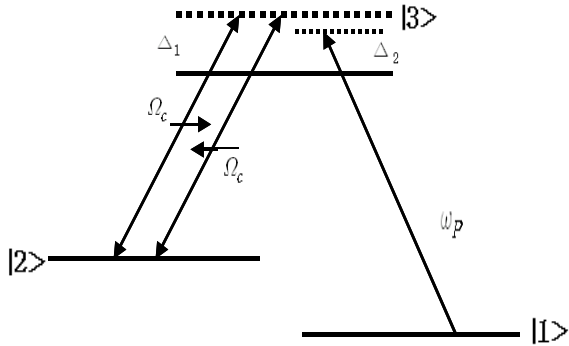


FIG.1 photonic band gap을 위한 원자 구조

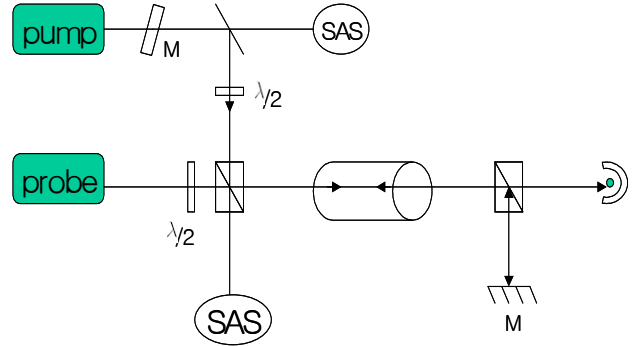


FIG.2.photonic band gap 실험장치

참고문헌

[1]. A.Andre and M.D. Lukin "Manipulating light pulses via daynically controlled photonic band gap" P.R.L 89, 14 (2002)
 [2]. Hong Yuan Ling "Electromagnetically induced grating: Homogeneously broadened medium" P.R.A 57, 2 (1998)
 [3]. X.M.Su and B.S.Ham "Dynamic control of the photonic band pap using quantum coherence",P.R A 71, 013821 (2005).