

루비듐-85 D₁ 전이선에서 Λ -형의 전자기유도투과현상을 이용한 빛 신호의 저장

Light Storage in ⁸⁵Rb D₁-Transition Line with Λ -type EIT

김봉준¹, 박영호², 오명규², 강훈수², 오차환^{1*}

¹한양대학교 물리학과

²광주과학기술원 고등광기술연구소

*choh@hanyang.ac.kr

양자 간섭 현상으로 발생하는 전자기유도투과 현상은 1990년대 초 알칼리 원자를 이용한 실험적 증명을 시작으로 다양한 응용효과가 제시되었다. 1999년에는 루비듐 원자의 보즈-아인슈타인 응집계에서 광파의 진행 속도를 17m/s 정도로 늦춰짐을 보였다[1]. 이것은 결합광과 작용으로 인해 공진 주파수에서 조사광이 흡수로 인한 손실없이 매질을 통과하면서 군속도가 감소하게 되는 현상이다. 이 때 펄스인 결합광과 조사광에 단일유도라만전이가 병행하여 나타나게 되면 광자의 양자적 정보를 저장할 수 있게 되어 빛 신호의 저장이 가능하게 되었다[2,3].

본 연구에서는 ⁸⁵Rb D₁ 전이선에서 단일 레이저를 이용한 빛 신호의 저장을 실험적으로 관측하였다. 완충 기체로 Ne이 들어있는 10cm 길이의 ⁸⁵Rb 원자 증기 셀을 열선을 이용하여 70~90°C가 되게 하였고 이는 10¹¹~10¹²cm⁻³의 밀도에 해당한다. 조사광과 결합광의 결맞음을 높이기 위해 주파수 잠금이 된 795nm 파장의 단일 레이저 빔은 1.5GHz AOM에 double path 방법을 사용하여 3.036GHz의 주파수 차이가 발생하게 하였다. 강한 세기의 0차 빔을 결합광으로, 약한 세기의 double path된 1차 회절 빔을 조사광으로 사용하였고 이를 이용해 Λ -type의 3준위 원자계가 되도록 하였다(그림2). 빛 신호의 저장 및 재생을 위해서는 생성된 조사광과 결합광을 펄스로 만들어야 한다. 이를 위해 각각 80MHz의 AOM (AOM2)을 통과하게 하였고 임의 파형의 펄스 신호를 만들어내기 위해 Lab View 프로그램으로 함수를 생성하여 입력 신호가 되도록 하였다. 펄스가 된 조사광과 결합광을 PBS를 통해 합쳐지게 한 후 $\lambda/4$ 위상 지연판을 지나 좌/우원편광이 되게 하여 원자 증기 셀에 입사되도록 하였다.

증기셀을 통과한 빛 신호의 저장 및 재생에 가장 적합한 조사광과 결합광의 조건을 알아보고자 AOM에 입력된 함수를 변형해가며 빔의 세기, 펄스 폭, 지연시간에 따른 변화를 살펴보았다.

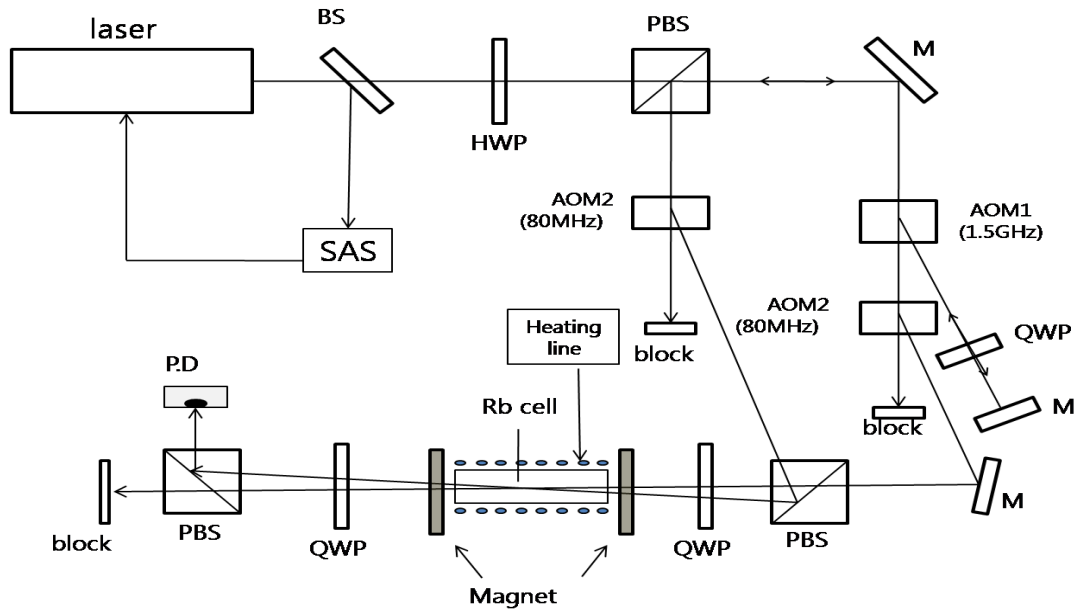


그림 1 실험 장치도

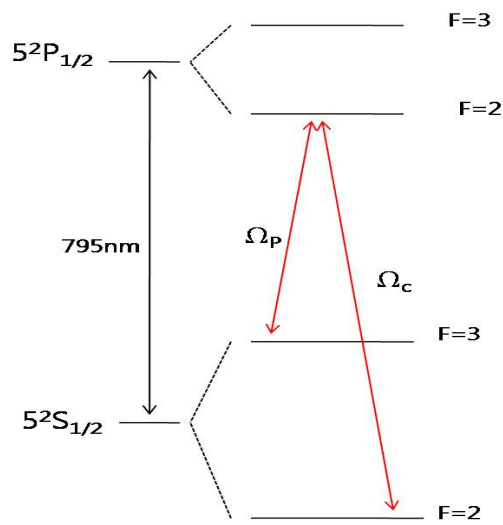


그림 2 Λ -type의 3준위 원자계

참고문헌

- [1] Lene Hau, Nature, 397, 594 (1999)
- [2] M. D. Lukin, PRL, 86, 783 (2001)
- [3] Lene Hau, Nature, 409, 490 (2001)