

광펌핑된 세슘빔원자시계에서 마이크로파 전이신호의 비대칭성 Asymmetry of microwave transition signal in a Cs atomic beam frequency standard

강훈수, 김영기, 정혜연, 김재필, 송석호, 김필수, 오차환
한양대학교 물리학과
이호성
한국표준과학연구원
hunskang@hymail.hanyang.ac.kr

세슘빔 공진기에서 세슘D₂ 전이선으로 광펌핑된 원자가 램지공진기에서 마이크로파의 주파수에 따른 초미세준위의 바닥상태간의 원자밀도 전이에 의한 형광 신호의 분포를 펄핑광의 세기에 따라 관측하였다. 펄핑광의 편광방향이 자기장에 나란한 π 편광일 때 각 제만부준위의 마이크로파 전이 신호는 $m_F=0$ 을 중심으로 $\pm m_F$ 의 신호세기가 대칭적이었으나 펄핑광의 편광 방향이 자기장에 수직인 σ^\pm 인 경우에는 비대칭적임을 확인하였다. 이것은 펄핑광의 주파수가 세슘빔 공진기에서의 세슘공진주파수에서 detuning이 있는 것에 의한 것으로 예상하였다. 이를 확인하기 위해 원자밀도행렬방정식으로 세슘빔 공진기에서 마이크로파 전이신호를 계산하였다. 펄핑광의 세기와 편광방향, detuning에 따른 마이크로파 전이신호의 분포가 실험치와 잘 일치함을 알 수 있었다. 이 연구는 세슘빔 원자공진기에서 펄핑광의 주파수가 세슘공진주파수에 detuning된 정도를 관측할 수 있는 방법을 제시해 준다.

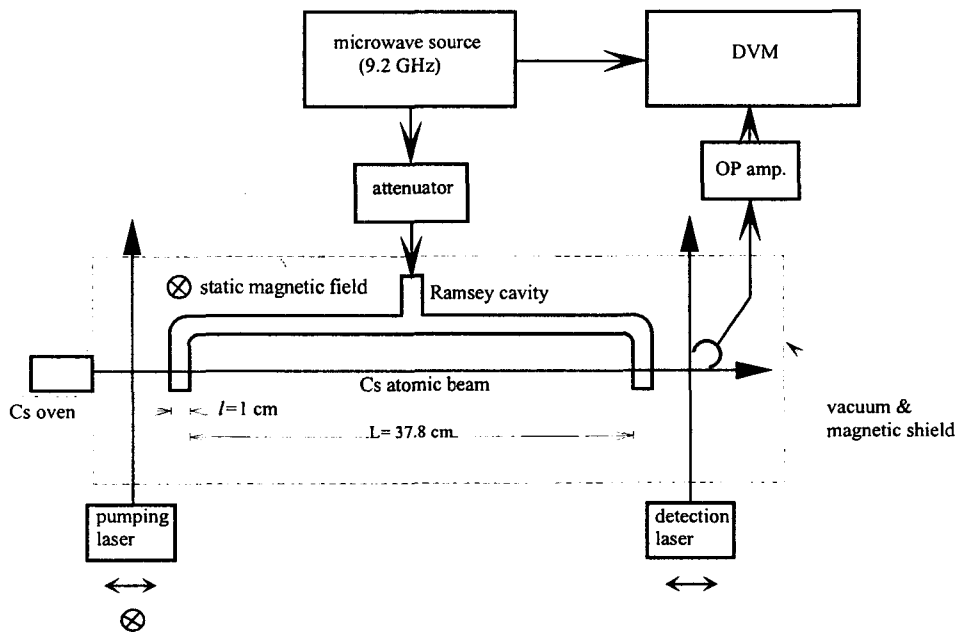


그림1. 세슘빔 공진기 장치도

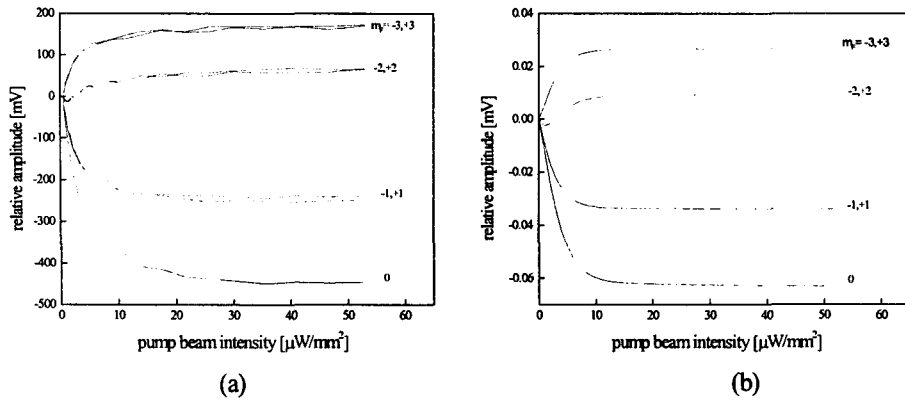


그림2. 펌프광의 세기에 따른 마이크로파 전이신호의 상대적인 크기. 펌핑광에 의한 전이선 : $F=4 \rightarrow F'=5$, 검출전이선 : $F=4 \rightarrow F'=5$.
 (a) : π 편광에 대한 실험결과, (b) : 밀도방정식에 의한 계산결과.

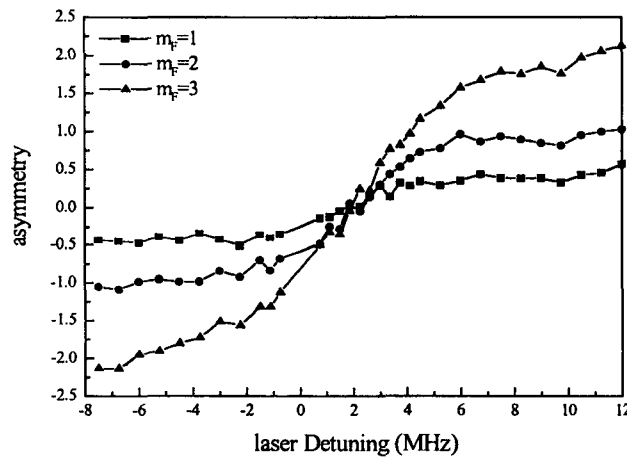


그림3. 펌플레이저의 주파수 detuning에 따른 비대칭의 정도.

참고문헌

- (1) Microwave Spectrum Asymmetry in an Optically Pumped Cesium Beam Resonator V. Giordano, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENT AND MEASUREMENT, Vol. 44 No.2, 124(1995)
- (2) Coherent population trapping.. Min Xiao Phys. Rev. A Vol.53, Num.2, 1014(1996)
- (3) Atomic coherence effects on optically pumped rubidium atoms in static magnetic field, Jin Woo Jun, Opt. Com. Vol.149, 43 (1998)