

## 버퍼가스 세슘증기셀의 이중공진신호 특성 조사

# Characteristics of Double Resonance for Cesium Vapor Cell with Buffer Gas

권오성, 박상언, 박영호, 권택용, 이호성  
 한국표준과학연구원  
 parkse@kriss.re.kr

최근 세슘이나 루비듐 증기셀을 이용한 소형원자시계 개발이 활발히 이루어지고 있다. 특히 CPT (coherent population trapping) 현상을 이용한 원자시계는 기존의 램프와 마이크로파 공진기를 사용한 원자시계에 비해 향상된 성능을 가지고 있고 특히 초소형이면서 제작할 수 있다. 한편 기존의 이중공진 (double resonance)방식의 원자시계에서 램프를 레이저로 대체한 원자시계도 연구되고 있다. 레이저를 이용한 광펌핑 이중공진신호를 이용하는 경우 CPT 방식에서처럼 위상동기된 두 대의 레이저가 필요 없이 한 대의 레이저를 이용하므로 실험장치가 복잡하지 않다는 장점이 있다. 이중공진방식은 그림 1과 같이 바닥상태의 초미세준위에 해당하는 RF 주파수를 가해주면 바닥상태의 밀도 변화가 생기게 되고, 이 변화를 여기상태 주파수에 맞추어진 레이저의 흡수를 이용하여 측정하는 것이다.

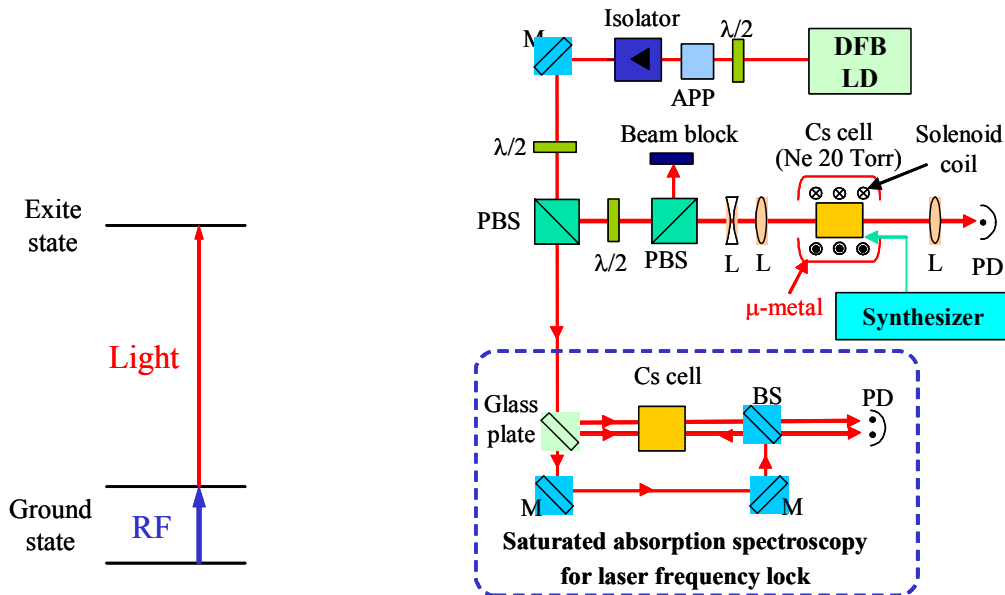


그림 1. 이중공진신호의 기본원리.

그림 2. 실험장치도. (M: mirror, APP: anamorphic prism pair, L: lens, PD: photodetector, BS: beam splitter, PBS: polarizing beam splitter)

그림 2는 실험장치도를 나타낸다. 광원으로는 출력이 20 mW이고 세슘원자의 D1 전이선에 해당하는 파장인 894 nm의 DBR (Distributed Bragg Reflector) 반도체 레이저를 사용하였다. 레이저의 주파수는 D1 전이선 초미세준위선 중  $F=4 \rightarrow F'=4$  에 포화흡수분광신호를 사용하여 안정화 하였다. 세슘 증기셀에는 20 Torr 의 네온 가스가 들어있으며  $\mu$ -metal을 사용하여 외부 자기장을 차폐하였다. 또한 증기셀 주위에 솔레노이드 코일을 감고 전류를 흘려 일정한 크기의 정자장을 형성시켰다. 바닥상태

$|F=3, mF=0\rangle \rightarrow |F=4, mF=0\rangle$ 로의 전이, 즉 시계전이에 해당하는 전형적인 이중공진신호가 그림 3에 나타나 있다. 관측된 이중공진신호의 선폭은 약 315 Hz이고, 중심주파수는 네온 버퍼가스로 인해 시계전이주파수 9,192,631,770 Hz 로 부터 약 11.3 kHz 높게 측정되었다. 여기서 증기셀의 온도는 40°C, 레이저광의 파워는 2.5  $\mu$ W, 직경은 7 mm 이고, 증기셀에 가해진 RF 파워는 0 dBm 이다. 이러한 이중공진신호의 크기와 선폭은 증기셀의 온도, RF 파워, 레이저의 주파수와 파워 등에 따라 변하게 되는데, 이번 발표에서는 여러 가지 실험조건에 따른 이중공진신호의 특성에 대해 조사하여 발표할 예정이다.

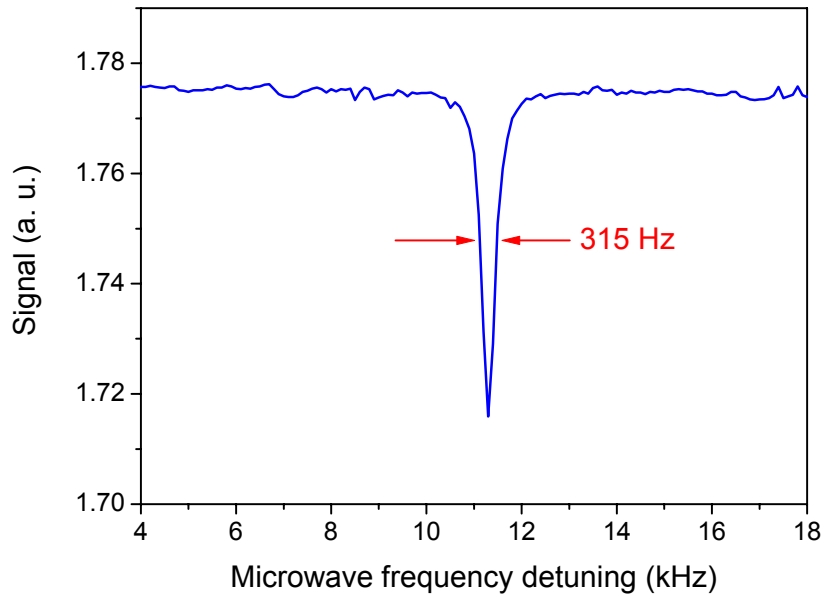


그림 3. 세슘 시계전이에 해당하는 전형적인 이중공진신호.