

# 다이오드레이저 흡수분광 방법을 이용한 수증기 미량 분석

## Trace Analysis of Water Vapor by Using Diode Laser Absorption Spectroscopy

김택수, 김복실,\* 박상언, 정의창, 정도영

한국원자력연구소 양자광학기술개발부, 충남대학교 물리학과\*

kimts@kaeri.re.kr

진공 환경 및 가스에 함유된 미량의 수증기를 정량적으로 분석할 수 있는 계측기는 각종 산업 분야에서 그 필요성이 절실하다.<sup>(1)</sup> 몇 가지 예를 들면 다음과 같다. 진공 속에 함유된 수증기로 인해 야기되는 텅스텐 필라멘트의 산화현상은 진공의 수명을 현저히 감소시킨다. 밀봉된 금속 전기소자 표면에 흡착된 수증기를 통해 누전 현상이 발생함으로써 소자가 비정상적으로 동작될 우려가 있다. 반도체 산업 분야에서는 1 ppb의 수증기가 64 Mb DRAM 제조에 영향을 줄 수 있다는 것이 보고된 바 있다. 수증기로 인해 표면이 산화되거나 혹은 다른 가스와 반응하여 형성된 불순물 입자가 반도체 박막에 국소적인 결함으로 작용하기 때문이다. 그 외에도 증기 증착 또는 금속 박막의 플라즈마 에칭 공정 등에 수증기가 미치는 부정적인 영향이 발표되고 있다.

수증기를 측정하는 방법으로는 hot-filament ionization gages, 사중극자 질량 분석기, cold cathode gage, spinning rotor gauge, quartz crystal microbalance 등을 사용하는 방법이 알려져 있다. 이 논문에서는 광학적 흡수분광 방법을 사용하여 미량의 수증기를 측정된 결과에 대해 보고한다. 광학적 방법은 성능이 우수하고, 값이 싼 반도체 레이저의 개발과 함께 1990년 이후에 활발히 연구되고 있으며, 최근에는 1 ppb의 감도를 가진 반도체 레이저 분광장치의 개발이 보고되었다.<sup>(2)</sup>

그림 1에 실험장치를 나타내었다. 중심 파장이 810 nm인 반도체 레이저(Newport inc., model LCU 2010M)를 사용하였다. Littman 구조의 공진기로 구성되었으며, 출력은 수 mW, 단일 종모드 선폭은 2-3 MHz 이하이다. 흡수 스펙트럼을 측정하기 위해 다중통과(multi-pass) 장치를 사용하였고, 레이저빔이 수증기에 흡수되는 총 길이는 36 m이다.

그림 2에 810 nm 파장 영역에서 측정된 선형 흡수분광 스펙트럼을 보였다. Littman 공진기의 전반사 거울을 100 Hz의 진동수로 주사시킨 조건에서 관측된 스펙트럼을 뜻한다. 흡수가 가장 큰 전이파장은 817.92 nm이며, 그림 2의 (c)에 보인 것과 같다. 817.92 nm의 전이선을 선택하여 미량의 수증기를 정량적으로 측정된 결과에 대해 보고한다. 측정감도를 증가시키기 위해 파장변조 (Wavelength Modulation, WM) 분광방법을 사용하였고, 파장변조 분광 스펙트럼의 특성에 대해 보고한다.

### [참고문헌]

1. S. A. Tison and J. P. Looney, J. Res. Nat. Inst. Stand. Technol. **100**, 75-82 (1995).
2. D. C. Hovde, J. T. Hodges, G. E. Scace, and J. A. Silver, Appl. Opt. **40**, 829-839 (2001)

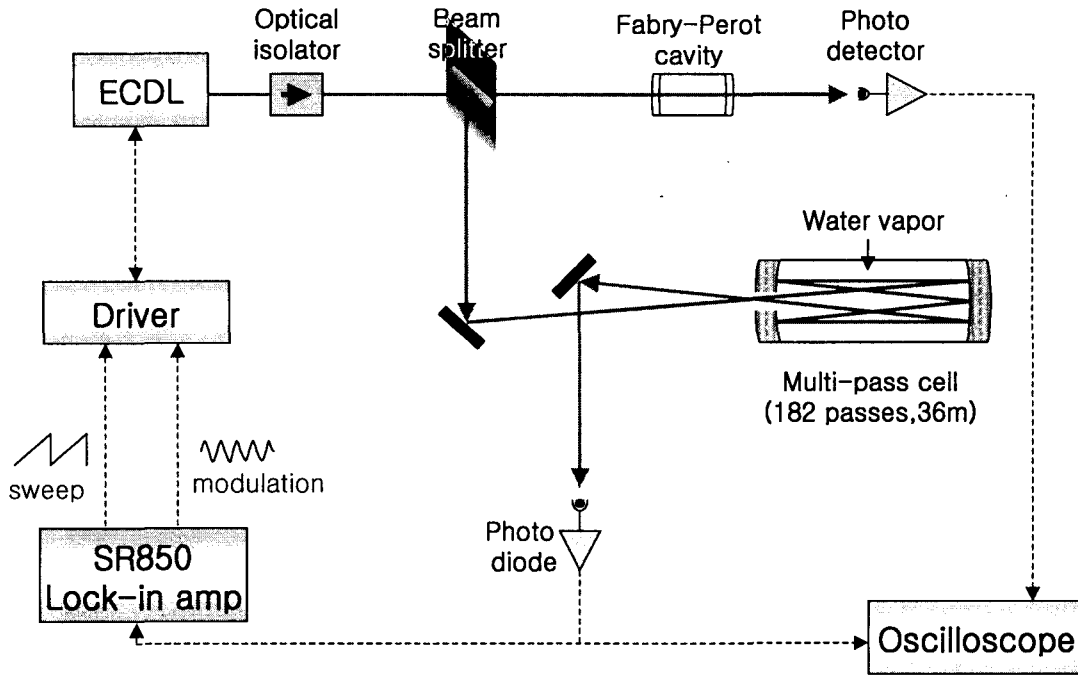


그림 1. 반도체 레이저 흡수분광 장치의 구성.

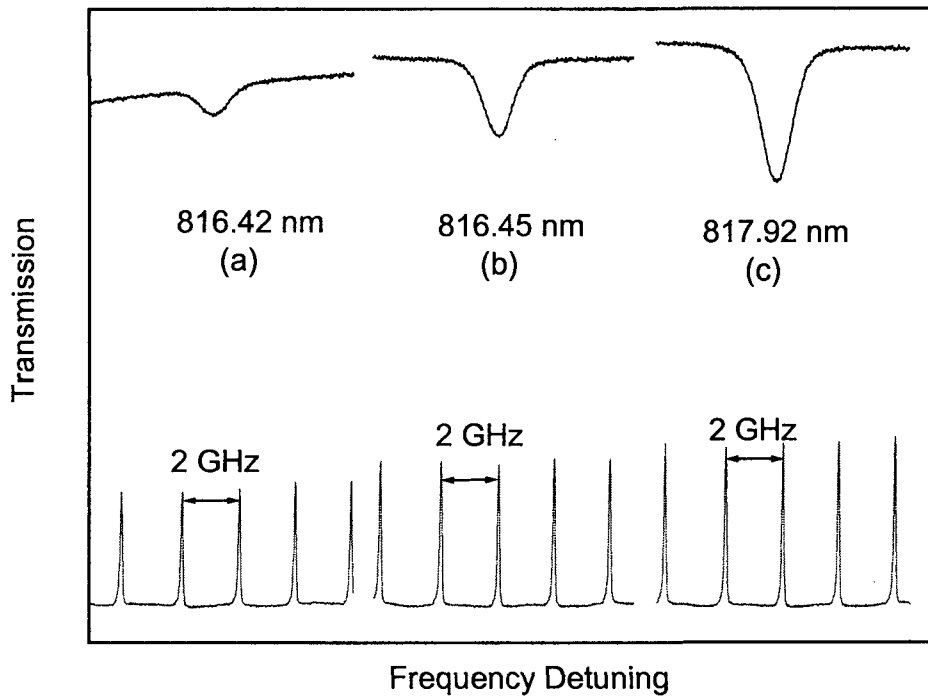


그림 2. 810 nm 파장 영역에서 측정된 흡수 스펙트럼의 예 (압력이 9 Torr인 조건).