

L 밴드 광통신 파장표준설정을 위한 일산화탄소분광

Spectroscopy of carbon monoxide as a reference wavelength standard for optical communication in L-band region

구재진, 전민용, 유한영, 문한섭*

충남대학교 물리학과, *한국표준과학연구원 광기술표준부

cucum18@nate.com

급증하는 통신 수요를 충족시키기 위해 광통신 파장 분할 다중화 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 시스템이 급속히 개발되어 수요의 확대에 대응하는 형태로 진행되고 있으며 기존의 통신 개념을 변형시키며 성장하고 있다. 또한 최근에는 통신 파장 광대역화와 관련되어 종전의 대역을 확대, L 밴드의 실용화까지 진행되고 있다. 광통신 파장의 신뢰성 확보를 위해 S밴드(short-band) 영역인 1460-1530 nm 와 C 밴드 (conventional-band) 영역인 1530-1565 nm 에서 흡수선이 존재하는 아세틸렌 (C_2H_2)⁽¹⁾과 시안화수소 (HCN) 분자의 전이선을 이용한 표준인증물질이 개발되었다. 또한 장파장 (long-wavelength) L 밴드 영역인 1565-1625 nm 에서 파장표준 인증물질로써 일산화탄소가스 (carbon monoxide)를 사용함으로써 이 영역의 파장을 교정할 수가 있다. 일산화탄소 가스에는 두 개의 동위원소인 $^{12}C^{16}O$, $^{13}C^{16}O$ 가 있으며 $^{12}C^{16}O$ 는 1560-1595 nm 영역에 약 40 개의 흡수선을 가지고 있고, $^{13}C^{16}O$ 는 1595-1630 nm 영역에 역시 약 40 개의 흡수선을 가지고 있어 L 밴드 전 영역에 걸친 파장 기준선을 제공한다.⁽²⁾ 본 논문에서는 L 밴드 전체영역에 흡수 전이 선을 제공하는 일산화탄소 가스의 분광을 통해 광통신 파장표준설정에 대해 논의 한다.

그림 1은 일산화탄소 가스의 선형흡수분광을 위한 실험 장치도이다. 파장가변레이저 (tunable laser source) 광은 평행 광 렌즈 (collimator)를 통과한 후 광선분할기 (beamsplitter)를 지나 양쪽으로 나뉘어 진다. 이 때 하나의 빛은 직접 광 검출기 (detector)로 검출되며 또 다른 하나의 광은 분자의 가스 셀을 통과한 후 평행 광 렌즈를 통과해 광 검출기로 검출 된다. 두개의 광 검출기로 검출된 광은 광전 변환 후 디지털전압계 (DVM; Digital Voltage Meter)로 받아들인 후 GPIB (General Purpose Interface Bus)통신을 통해 데이터를 얻게 된다.

일산화탄소 가스의 회전 진동 밴드는 L 밴드 영역에서 간단한 스펙트럼을 가지고 있으나 흡수세기가 너무 작으므로 충분한 흡수 세기를 가질 수 있도록 15 cm의 셀을 세 번 통과하여 70~80 cm의 광학적 길이를 확보했으며 여러 다른 압력의 가스 셀을 사용하여 그에 따른 흡수 스펙트럼의 변화도 확인 하였다. 또한 윈도우에서 빛의 반사와 간섭에 의한 스펙트럼 왜곡 방지와 외부환경 변화를 최소화하기 위해서 윈도우의 각은 11° 의 경사각을 주었다. 이와 같은 실험에서 측정 가스 셀을 지나게 되는 광의 투과 세기(I_T)는 흡수 효율(α)과 흡수 광 경로(L)에 대해 Beer-Lambert 법칙을 이용하여 다음과 같은 관계식을 갖는다.

$$I_T = I_0 e^{-\alpha L} \quad (I_0 : \text{입력 세기})$$

그림 2는 일산화탄소가스($^{12}C^{16}O$)의 1560-1595 nm 영역에서 파장가변레이저를 스캐닝하고 이때 얻

은 흡수 스펙트럼이다. 측정된 스펙트럼의 각 라인으로부터 로렌지안곡선 맞춤을 통해 압력에 따른 분광 선폭 확대와 이동 그리고 분광 중심파장을 오차범위 한계 내에서 구할 수 있었다.

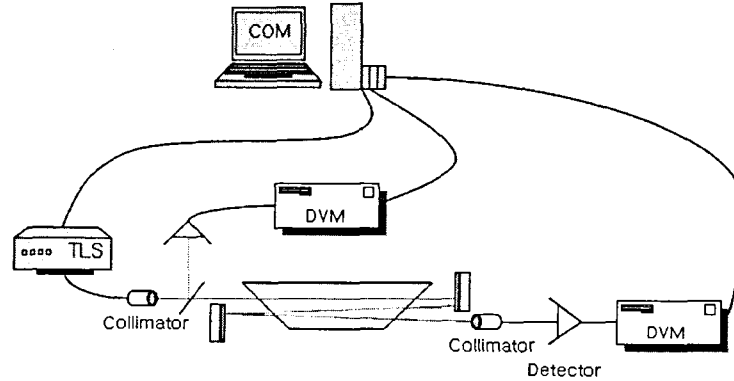


그림 1. 일산화탄소 가스의 흡수분광 실험 장치도

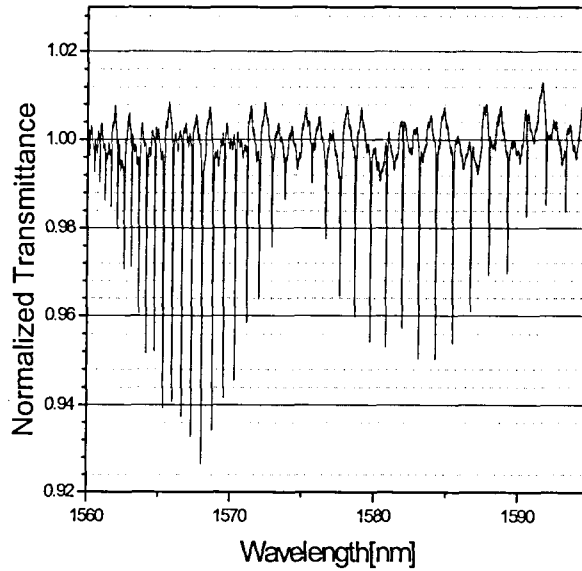


그림 2. 일산화탄소 ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}$)가스 흡수스펙트럼

참고문헌

- [1] W. C. Swann and S. L. Gilbert, "Pressure-induced shift and broadening of 1510-1540nm acetylene wavelength calibration lines," J. Opt. Soc. Am. B 17, 1263-1270 (2000).
- [2] W. C. Swann and S. L. Gilbert, "Pressure-induced shift and broadening of 1560-1630nm carbon monoxide wavelength calibration lines," J. Opt. Soc. Am. B 19, 2461-2467 (2002).

TC