

PA12) 저가형 간섭 이용 에어로졸 흡수 측정

Low-cost Interferometric Aerosol Absorption Measurement

이 정 훈 · 이 한 샘

서울대학교 정밀기계설계공동연구소

1. 서 론

현재 인류의 가장 큰 문제중의 하나인 기후 변화를 예측하는 데 있어서 에어로졸 흡수는 에어로졸 직접 효과(direct effect)가 에어로졸 복사강제력에 기여하는 바를 정량적으로 이해할 수 있는 정밀도, 정확도, 및 시간적 분해능으로 측정하기에는 아직까지 어려움이 많은 물리량이다. 따라서 에어로졸 연구 그룹들 중 일부는 에어로졸 흡수 측정을 위해 새로운 시도들이 행하고 있는데, photoacoustic spectroscopy(PAS)나 photothermal interferometry(PTI)와 같은 광학적 방법들이 그 대표적인 예이다(Sedlacek and Lee, 2007). PAS나 PTI는 에어로졸 흡수를 산란에 관계없이 직접 측정할 수 있는 기법으로서 에어로졸에 흡수된 에너지가 방사상으로 방출될 때 주위 공기의 음파의 변화나 굴절률 변화를 추적하는 원리가 사용되어 측정 한계나 정밀도가 우수하지만 고가의 장비이기 때문에 실험을 위하여 많은 시간과 자본이 요구된다. 본 연구에서는 실험실 기반의 에어로졸 흡수 측정을 위해서 저가로 제작이 가능한 간단한 광학 구성을 이용하여 에어로졸 흡수 측정할 수 있는 영상 기반 에어로졸 흡수 측정 장치를 소개하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 HeNe 레이저, 두 개의 beam splitter와 두 개의 mirror로 이루어진 Mach-Zehnder interferometric 광학계를 구성하였다(Abdalla et al., 2003). Ar ion 레이저를 에어로졸에 조사하면 에어로졸이 에너지를 흡수하고 흡수된 에너지가 주위로 방출되면서 공기의 굴절률을 변화시키면 간섭 무늬가 이동한다. 에어로졸 흡수는 간섭 무늬의 이동량에 정비례하게 되는데, 간섭 무늬 패턴을 분석하기 위해 기존의 PTI 기법에서 사용되던 photodiode와 lock-in amp 대신 일반 CCD카메라를 설치하였다. 에어로졸 흡수가 일어날 때의 간섭 무늬 이동량을 이미지 분석을 통해 측정하였다. 따라서 영상 기반 에어로졸 흡수 측정 장치는 기존의 PTI에서 사용되던 photodiode와 lock-in amp가 필요없다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 본 연구에서 사용된 저가형 마흐-젠더 간섭계에서 형성된 간섭 패턴을 실시간으로 촬영한 이미지이다. 그림 2는 그림 1에서 측정된 간섭 패턴을 이미지 해석을 통해 측정한 그래프이다. 흡수 에어로졸이 주입되면 간섭 무늬가 이동하는데, 보정 물질에 대하여 간섭 패턴 무늬의 이동량을 측정하여 정량화 과정을 거치면, 어떤 종류의 흡수 에어로졸에 대해서도 흡수량을 측정할 수 있다.

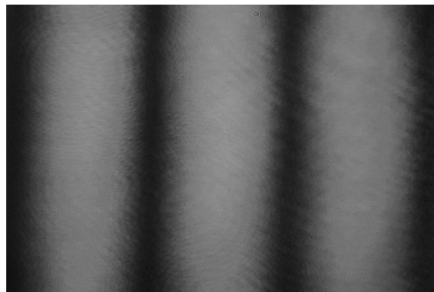


Fig. 1. Interference pattern created in Mach-Zehnder interferometer.

영상 기반 흡수 장치를 이용해서 구한 흡수량과 신호 처리를 이용해 구한 흡수량을 비교하여 저가형 흡수 측정 장치의 장점과 단점에 대해 고찰하고, 향후 장치 개선에 필요한 사항들을 논의하고자 한다.

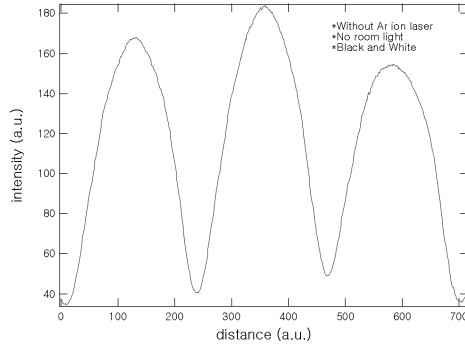


Fig. 2. Interference intensity for the interference pattern shown in Fig. 1.

사 사

레이저와 실험실 공간을 사용할 수 있게 해주신 서울대학교 기계항공공학부 최만수 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 전한다. 본 연구는 2009년도 교육과학기술부 기본연구지원사업(2009-0076372)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참 고 문 헌

- Abdalla, S., K. Easawi, S. Negm, G.M. Youssef, T.A. El-Brolossy, and H. Talaat (2003) Determination of thermophysical parameters of porous silicon using a photothermal technique, *Rev. Sci. Inst.*, 74, 848-850.
- Sedlacek, A. and J. Lee (2007) Photothermal Interferometric Aerosol Absorption Spectroscopy, *AST*, 41, 1089-1101.