

3A4) SMAC를 이용한 K-DMA의 성능평가

Performance Evaluation of K-DMA Using the SMAC

김영환¹ · 이혜문¹ · 김찬수² · 송동근¹ · 김해섭³ · 김태오

금오공과대학교 환경공학과, ¹한국기계연구원, ²서울대학교, ³인터랩

1. 서 론

최근 대기환경에서의 미세입자 연구, 반도체와 액정 등의 제조 공정에서 나노미터 크기의 입자 계측이나 제어가 중요한 과제가 되고 있다. 입자의 계측에 널리 사용되고 있는 정전분급법은 입자를 대전시켜 일정한 전계 중으로 유도한 후 입자의 전기이동도를 이용하여 분급하는 방법이다. 하지만 입경이 50nm 이하로 작아지면 입자의 브라운 확산 등에 의하여 분급 성능이 현저하게 저하된다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 DMA를 개량한 가시화용 DMA(K-DMA)를 개발하고 입자분급 성능을 평가하였다.

2. 연구 방법

그림 1은 본 연구에서 개발된 K-DMA를 보여준다. K-DMA는 0.5 - 50 nm의 입자분급이 가능하고 실험장치 내부의 입자 유동을 확인할 수 있는 가시화 장치가 설계되었다. K-DMA의 입자분급 성능은 증발-응축법에 의한 은나노입자 발생기, 표준 DMA(TSI DMA 3081)와 Faraday cup electrometer 등으로 구성된 Tandem DMA 시스템에 의해 평가되었으며, 그림 2는 K-DMA 입자분급 성능시험을 위한 실험 개략도를 보여준다. K-DMA 성능평가 대상입자로는 표준 DMA에 의해 분급된 20nm 및 30nm의 입자가 사용됐으며, 이러한 시험은 DMA에 공급되는 다양한 에어로솔 및 이송가스 유량비($Q_a/Q_c = 1:5, 1:10, 1:15$)에 대해 수행되었다.

3. 결과 및 고찰

연구에서 나타난 실험결과를 그림 3에 나타내었다. x축은 TSI DMA에서 분급한 단분산 입자의 전기이동도에 대한 K-DMA의 전기이동도, y축은 TSI DMA 출구에서의 개수농도에 대한 K-DMA 출구에서의 개수농도, 즉 상대개수농도이다. 그래프에서도 알 수 있듯이 이송가스 유량이 커질수록 분포의 폭이 좁아지는 것을 알 수 있다. 또한 모든 유량비에서 전기이동도 피크의 최고값이 $Z_{p2}/Z_{p1}=1$ 에 잘 일치하고 피크의 형태가 일정하게 나타났으므로 이 DMA는 분급성능이 뛰어난 것을 알 수 있다. 하지만, 전체적으로 피크의 높이가 0.55~0.6정도로 이론상 최대값인 $2/3(=0.667)$ 에는 미치지 못한다. 이것은 실험장치 내부의 입자 손실과 검출 slit 폭의 영향으로 사료된다. 향후 정밀도 높은 DMA를 개량하기 위해 검출 slit의 폭을 조정하여 실험을 수행하여야 하며 가시화 실험은 현재 진행 중인 상태이다.

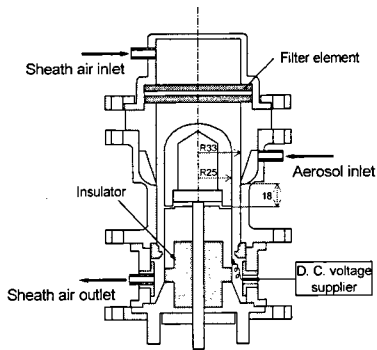


Fig. 1. 가시화형 DMA(K-DMA).

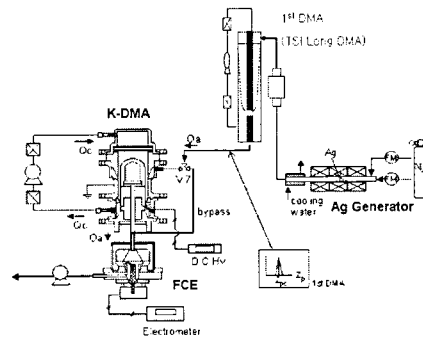


Fig. 2. K-DMA 성능평가 실험 시스템.

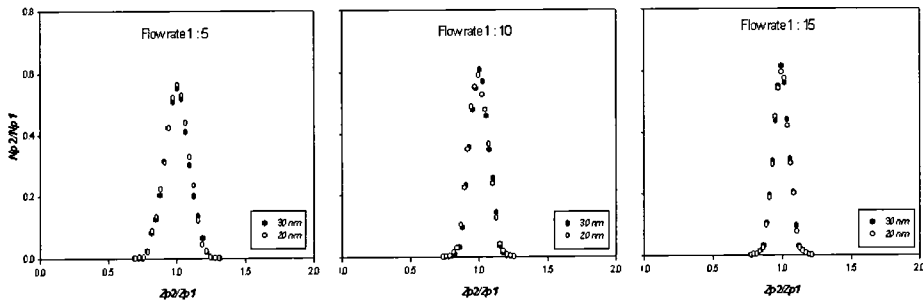


Fig. 3. 유량 변화에 따른 실험 결과.

참고 문헌

- M. Shimada et al. (2005) Development of an LDMA-FCE System for the Measurement of Submicron Aerosol Particles, Journal of Chemical Engineering of Japan, 38, (1), 34-44.
- S.B. Kwon et al. (2005) Characteristics of Aerosol Charge Distribution by Surface-discharge Microplasma Aerosol Charger(SMAC), Aerosol Science and Technology, 39, 987-1001.