☑ Nanoparticles ☐ Combustion aerosol particles ☐ Air Cleaning & contamination control ☐ IAQ
☐ Bioaerosol ☐ Atmospheric Aerosol ☐ Instrumentation ☐ Filtration ☐ Material Processing

나노입자의 응축 성장 및 정전용량식 액적 계수법을 이용한 MEMS 기반 electrical particle counter(EPC) 개발

전재완, 유성재, 권홍범, 김용준*
연세대학교 기계공학과
E-mail: yjk@yonsei.ac.kr

keywords : MEMS, nanoparticle, on-site monitoring, condensational growth, capacitive detection

공기 중 나노입자의 현장 모니터링은 메디컬, 나노, 환경 기술 등 연구 분야뿐만 아니라, 첨단 제조업의 수율 향상과 작업자의 안전을 평가하는 산업 분야에서도 필수적이다. CPC는 나노입자를 마이크론 크기의 액적으로 성장시키고 성장한 액적을 광산란 기법으로 계수하는 장비로서, 단일 입자 계수가 가능하여 고정밀의 나노입자 측정이 가능하다. 하지만 CPC는 고가/대형의 입자 성장부와 광학부로 인해 나노입자 현장 모니터링용으로 부적절하다.

본 연구에서는 반도체 공법을 기반한 MEMS 기술을 이용하여 CPC의 필수 요소인 입자성장부와 정전용량식 액적 계수부를 칩 상에 집적화한 MEMS 기반 EPC를 개발하였다 (Fig. 1 (a)). 작동 원리는 Fig. 1 (b)와 같이 응축 성장부에 의해 성장한 액적[1]이 노즐에 의해 가속화되어 impactor의 충돌 판에 충돌한다. 물의 유전율(ε_r=80)은 공기의 유전율(ε_r=1)보다 크기 때문에, 충돌한 액적의 수농도에 따라 변화하는 표면의 정전용량을 Interdigitated electrode(IDE)를 통해 측정하였다 (Fig. 1 (c)).

개발한 MEMS 기반 EPC의 성능평가를 위해 reference CPC(Model 3772, TSI)와 1:1 성능비교를 하였다. 실험결과, 저농도에서 고농도의 나노입자 환경(입자 종류: NaCl, 입경: 30nm, 농도: 10 ~ 26,500 N cm^{-3})에서 높은 측정 정확도(5% 내외 차이)를 확인하여 신뢰성 있는 나노입자 현장 모니터링의 가능성을 확인하였다 (Fig. 1 (d)).

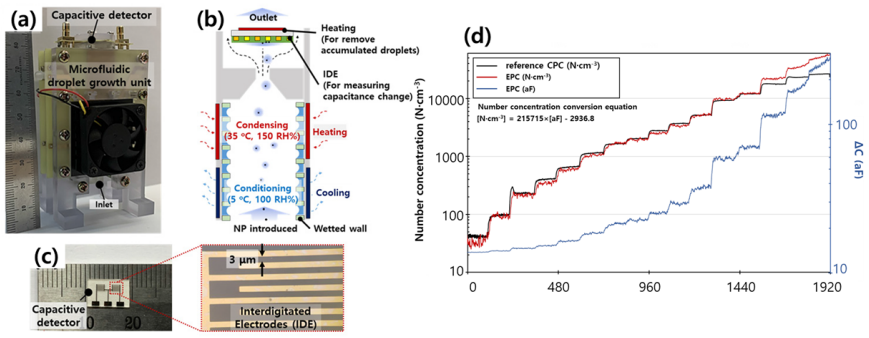

Fig. 1 Photographs of (a) our system and (b) capacitive detector, (c) its operating principle, (d) Comparison between our system and reference CPC

감사의 글

이 논문은 대한민국 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 기후변화영향최소화기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제번호 : 2020M3H5A1081108)

참고문헌

[1] Kwon, Hong-Beom, et al., Lab on a Chip 19.8 (2019): 1471-1483.