

부유 입자 수농도 측정을 위한 슬릿 유전체 장벽을 갖는 마이크로 코로나 하전 장치

Micromachined Corona Discharger with Slit Dielectric Barrier for Measuring The Airborne Particle Number Concentration

*김홍래, 박철우, 황정호, #김용준

*H. L. Kim, C. W. Park, J. H. Hwang, #Y. J. Kim

연세대학교 기계공학부

Key words : Micromachined, Corona discharger, Airborne particle

1. 서론

최근, 개인 환경에서의 공기 질 측정에 대한 관심이 증가되었다. 기존의 부유 입자 측정 장비들은 크고 고가이기 때문에 이러한 요구를 만족시키는데 적합하지 않다 [1]. 따라서, 저가, 소형, 휴대성이 용이한 입자 측정 장비의 구현에 대한 연구가 진행되었다 [2-4]. 이러한 연구들 중에서, 마이크로 공정 기술을 이용하여 제작된 칩 타입의 입자 측정소자가 본 연구팀의 이전 연구에서 소개되었다 [5]. 그림. 1 에서 볼 수 있듯이, 이 입자 측정 소자는 세 부분으로 나뉘어진다. : (1) 마이크로 가상 임팩터, (2) 팁 대 평판형 마이크로 코로나 하전장치, (3) 입자 수농도 측정부.

입자의 수농도는 입자의 평균 하전수와 비례하는 유도 전류를 측정함으로써 추정된다. 따라서, 입자의 하전수를 증가시키는 것은 입자 측정 감도를 향상시키기 위해 중요하다. 그러나, 기존의 팁 대 평판형 마이크로 코로나 하전 장치의 낮은 입자 하전 효율은 입자 수농도 추정을 어렵게 한다. 본 논문에서는 입자 하전 효율의 향상을 위해, 슬릿 유전체 장벽을 갖는 팁 대 평판형 마이크로 코로나 하전 장치가 제안되었다.

2. 설계 및 제작

그림. 2(a) 에서 볼 수 있듯이, 제안하는 입자 하전 장치는 실리콘 팁 형태의 방전극과 사각 형태의 슬릿 유전체 장벽이 형성된 접지 전극으로 이루어져 있다. 사각 형태의 슬릿은

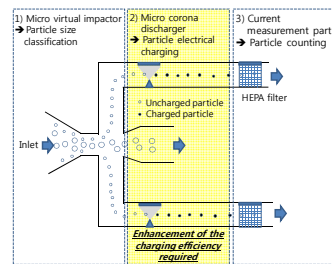


Fig. 1 Microfluidic layout of the integrated particle detection chip

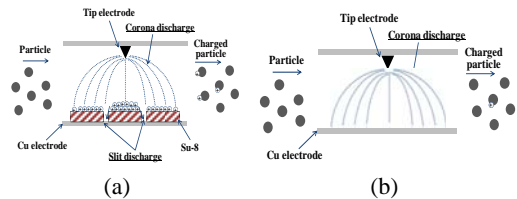


Fig. 2 The particle charging process of (a) the micro corona discharger with slit dielectric barrier and (b) tip-to-plate micro corona discharger

실리콘 팁과 슬릿 간의 간격을 일정하게 유지하고, 슬릿 방전 영역을 넓히기 위해 설계되었다. 제안된 소자에 고전압이 인가되면, 코로나 방전 현상은 실리콘 팁 부근에서 발생한다. 팁에서 발생한 이온들은 유전체 장벽으로 이동하고 축적된다. 이 때, 축적된 전하들은 유전체 표면과 접지 전극 사이에 유도 전기장을 형성시킨다. 유도 전기장이 공기 중 절연 파괴 전계 세기를 넘으면 추가적인 방전 현상이 슬릿을 통해 발생하게 된다. 따라서, 제안하는 소자는 강력한 코로나

하전 현상을 발생시키며, 입자 하전 효율을 향상시킬 수 있다. 그림. 3 은 제작된 소자의 사진이다.

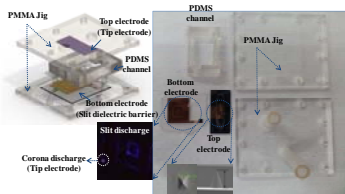


Fig. 3 The photograph of the fabricated micro corona discharger with slit dielectric barrier

3. 실험 및 결과

그림. 4(a) 는 제안하는 소자와 기존의 팁 대 평판형 코로나 하전 소자의 I-V 특성을 보여준다. 실리콘 팁 형태의 전극과 접지 전극 사이에는 0 에서 10kV 의 전압이 인가된다. 제안하는 소자의 코로나 전류값은 10kV 이내에서 팁 대 평판형 코로나 하전 소자보다 3 배 더 높았다. 그림. 4(b) 는 하전된 입자에 의해 유도되는 전류 값을 측정한 결과이다. 입자의 크기는 30 ~ 60nm 까지 변화시켰다. 제안된 소자로부터 상용 aerosol electrometer (3068A, TSD)를 이용하여 측정된 유도 전류값은 팁 대 평판형 코로나 하전 소자보다 3 배 더 높았다. 또한, 제안된 소자는 기존의 하전 장치로는 측정이 어려웠던 40nm 이하의 입자들을 성공적으로 하전시킬 수 있었다.

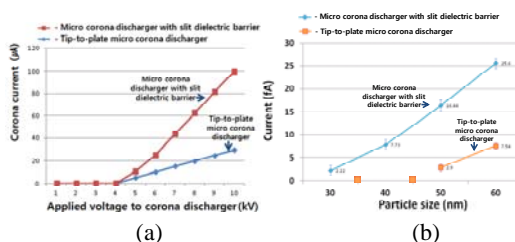


Fig. 4 (a) I-V characteristics of the micro corona discharger with slit dielectric barrier and tip-to-plate micro corona discharger and (b) measured currents carried by the particles charged by micro corona discharger with slit dielectric barrier and tip-to-plate micro corona discharger

4. 결론

본 논문에서는 공기 중 부유 입자 측정을 위한 슬릿 유전체 장벽을 갖는 마이크로 코로나 하전 장치에 대해 기술하였다. 본 연구팀에서 개발되었던 기존의 팁 대 평판형 코로나 하전 소자는 오직 팁 형태의 방전극에서만 코로나 방전 현상을 발생시켰다. 그러나, 제안된 하전 소자는 팁 형태의 방전극에서 뿐만 아니라 슬릿 유전체 장벽에서도 방전 현상을 발생시킨다. 결과적으로 코로나 하전 전류와 하전된 입자에 의한 유도 전류는 기존의 팁 대 평판형 코로나 하전 장치 보다 3 배 향상되었다.

후기

이 논문은 2012 년도정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012K001484).

참고문헌

1. M. Marjamaki, J. Keskinen, D.-R. Chen and D.Y.H. Pui, "Performance evaluation of the electrical low-pressure impactor (ELPI)", Journal of Aerosol Science, 31, 249-261, 2000
2. C. Qi, D. Chen, and Greenberg, "Performance study of a unipolar aerosol mini-charger for a personal nanoparticle sizer", Journal of Aerosol Science, 39, 450-459, 2008
3. D. Xu, L. Sheng, H. Wang, Y. Sun, X. Zhang and J. Mi, "Study of magnetically enhanced corona pre-charger", Journal of Electrostatics, 65, 101-106, 2007
4. J. D. Moon, J. S. Jung, "Effective corona discharge and ozone generation from a wire-plate discharge system with a slit dielectric barrier", Journal of Electrostatics, 65, 660-666, 2007
5. Y. H. Kim, D. H. Park, J. H. Hwang, and Y. J. Kim, "Integrated particle detection chip for environmental monitoring", Lap on a chip, 8, 1950-1956, 2008