

공기 중에서 스파크 방전 에어로졸 생성장치 운전 시 발생하는 공기 부산물 발생 특성 분석

오현철 · 정재희 · 지준호* · 김상수

KAIST 기계공학과, sskim@kaist.ac.kr, 042-869-3021

* 삼성전자 가전연구소, junho.ji@samsung.com, 031-218-5092

Abstract

A spark discharge aerosol generator has been applied to nanoparticle production. However, the byproducts such as ozone, nitric oxide and nitrogen dioxide were generated simultaneously with particles in air. In this study, the generation characteristics of byproduct gas were investigated for the air flow rates and the applied discharge power in spark discharge. The results show that NO_x concentration increases linearly with discharge energy. However, ozone concentration increases with discharge energy in low energy region, but decrease adversely with discharge energy in high energy region.

1. 서론

스파크 방전 에어로졸 발생기(spark discharge aerosol generator)는 금속이나 탄소와 같은 비금속 재료를 재현성 있고 안정적으로 발생시킬 수 있기 때문에 최근 나노입자 발생 장치로 여러 분야에서 사용되고 있다. 그러나 공기분위기에서 사용할 경우 나노입자를 생성하는 과정에서 입자의 성분이 변화하고, 예상치 않았던 기체가 부산물로 생성된다. 예를 들면, 질소와 산소가 반응하여, 인체에 나쁜 영향을 미치는 질소산화물과 오존이 생성된다. 본 연구에서는 스파크 방전 에어로졸 생성장치를 공기 중에서 사용할 때, 생성될 수 있는 질소산화물과 오존의 생성 특성을 실험적으로 연구하였다.

2. 실험

본 연구에 사용된 스파크 방전 생성장치는 오 등⁽¹⁾의 연구에 자세히 설명되어 있으며, 전극물질로 은(Ag)을, 운반기체로 청정 공기(clean air)를 사용하였다. 에어로졸 생성장치의 입자 크기 분포와 질소산화물, 오존 농도 측정을 위해, nano-DMA(TSI model 3085)와 UCPC(TSI model 3025)로 구성된 SMPS 시스템을 이용하여 나노입자의 크기 분포를 측정하였으며, NO_x 분석기(NO_x analyzer; Thermo Environmental Instrument; model 42C, USA)와 오존 분석기(ozone analyzer; Thermo Environmental Instruments; model 49, USA)를 사용하여 질소산화물과 오존을 측정하였다. 은 나노입자가 오존의 생성 및 제거에 미치는 영향을 확인하기 위해, 에어로졸 생성장치 출구에 설치된 HEPA 필터 홀더의 필터 장착 유무에 따른, 스파크 에어로졸 생성장치와 오존 발생기 혼합 유동의 오존 농도를 측정하였다. 이 때, 오존발생기 오존 농도는 150 ppb로 설정하였다.

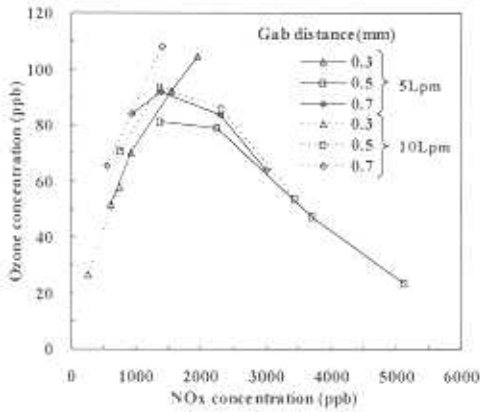


Figure 272 variation of ozone concentration with NOx concentration.

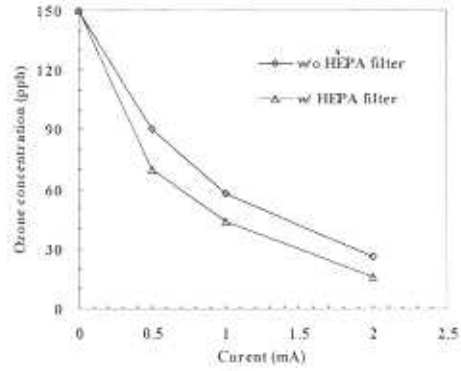


Figure 273 Variation of ozone concentration after passing the small chamber with the residence time of 1 minute.

3. 결론

입자를 생성할 수 있는 운전조건에서, 질소산화물은 수 ppm에서 수십 ppm로 생성되었고, 주파수, 정전 용량이 증가함에 따라 질소산화물의 농도가 증가하였는데, 인가한 방전 에너지가 같은 경우 생성되는 질소산화물의 양은 비슷하게 나타났다. 전극 사이를 감소시키면 스파크가 형성하는 간격 또한 감소하므로, 질소산화물의 생성량이 상대적으로 감소하였다. 반면 오존의 경우에는, 상대적으로 낮은 농도인 100 ppb 이하로 발생되었다. 질소산화물과는 달리 인가한 방전에너지가 증가함에 따라 오존 생성량도 증가하다가 다시 감소하는 포물선 형태의 특성을 보였다. 질소산화물 농도에 따른 오존의 농도를 Figure 1에 나타내었다. 이와 같은 특성은 오존이 일산화질소와 반응하여 이산화질소로 변화되는 반응이 지배적으로 나타나기 때문인 것으로 생각된다. 스파크 플라즈마에 의해 생성된 오존은 함께 생성된 은 나노 입자나 일산화질소(NO)와 반응하여 제거된다고 알려져 있다. 방전형 장치에 의해 생성된 은나노 입자의 오존 제거 특성과 일산화질소와 반응하는 특성을 비교한 결과 오존은 주로 일산화질소와의 반응에 의해 소멸되는 것을 실험적으로 확인하였다.(Figure 2)

후기

본 연구는 삼성전자의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- (1) Oh, H.C., Jeong, J.H., Park, H.H., Ji, J.H., and Kim, S.S. (2006) Generation of silver nanoparticle by spark discharge aerosol generator using air as a carrier gas, *Transactions of the KSME B*, 30, 170-176.