

PE6) 펄스 코로나 방전을 이용한 원소 수은 및 NO, SO₂ 동시 제거

Simultaneous Removal of Elemental Mercury, NO and SO₂ by Positive Pulse Corona Discharge

고경보 · 변영철 · 남궁원 · 조무현 · 신동남¹⁾ · 고동준¹⁾

포항공과대학교 환경공학과, ¹⁾포항산업과학연구원

1. 서 론

대표적인 수은 발생원으로는 도시 폐기물 소각로와 석탄 화력발전소를 들 수 있으며, 여기서 배출되는 원소수은(Hg⁰)은 산화수은(Hg²⁺)과 달리 높은 휘발성과 낮은 용해도로 인하여 기존의 배가스 처리설비로 제거하기가 난해한 편이다. 이러한 원소수은의 제거를 위하여 많은 기술이 개발되고 있는 상황이며, 이 중 하나로 저온 플라즈마 공정을 들 수 있다. 저온 플라즈마 공정은 질소산화물(NOx; Nitrogen oxides)과 황산화합물(SOx; Sulfur oxides)을 동시에 처리할 수 있는 능력을 지녔으며, 플라즈마 방전 시 발생하는 O, OH radical과 오존에 의한 높은 산화력으로 원소 수은의 산화에 탁월할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 저온 플라즈마 공정의 하나인 펄스 코로나 방전을 이용하여, 원소 수은 및 NO, SO₂의 동시 제거능력에 대한 실험을 수행하였다.

2. 연구 방법

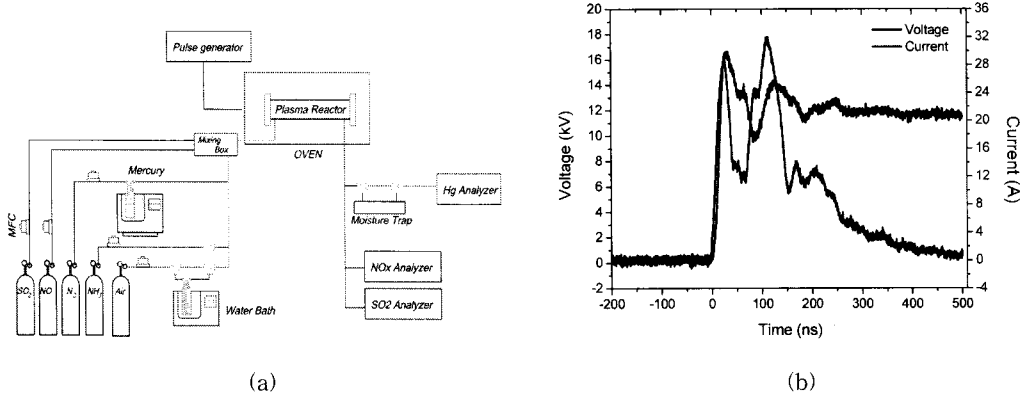


Fig. 1. (a) Schematic of the experimental apparatus (b) Shape of pulse(voltage and current).

그림 1은 이번 실험에 사용된 실험장치도와 반응기에 인가된 전압과 그에 따른 전류의 모습을 나타낸 것이다. 플라즈마 반응기는 선대 판 형태를 사용하였으며, 90(W) × 200(L)mm의 접지전극 plate 2개와 펄스 고전압이 인가되는 지름 1mm의 텅스텐 와이어 23개로 이루어져 있다. Plate 사이의 간격은 32 mm이며 텅스텐 와이어는 plate 사이에 15 mm 간격으로 평행하게 설치하였다. 고전압 펄스 발생은 DC 고전압 장치(Glassman, Inc)를 이용하여 0.4nF의 capacitor에 전하를 충전한 후, spark gap switch를 이용하여 capacitor에 충전된 에너지를 짧은 순간적에 반응기에 인가하는 방식으로 되어있다. 그림 2는 플라즈마 반응기에 인가되는 고전압 펄스의 전압, 전류의 모습이다. 실험 시, 전체 가스 유량은 3.5lpm, 가스온도는 90℃로 유지하였으며, 수분 함유량은 2%으로 하였다. 원소 수은의 초기 농도는 약 45µg/m³, NO와 SO₂의 초기 농도는 100, 200ppm인 상태에서, 플라즈마 반응에 의한 각각의 제거효과를 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

그림 2(a)는 플라즈마 반응기로 주입되는 에너지 밀도에 따른 원소수은, NO, SO₂의 농도 변화를 보여 준다. 플라즈마 방전 시 형성되는 오존, O, OH 라디칼은 아래와 같은 반응에 의하여 각각의 오염물질 제거에 기여하게 된다.

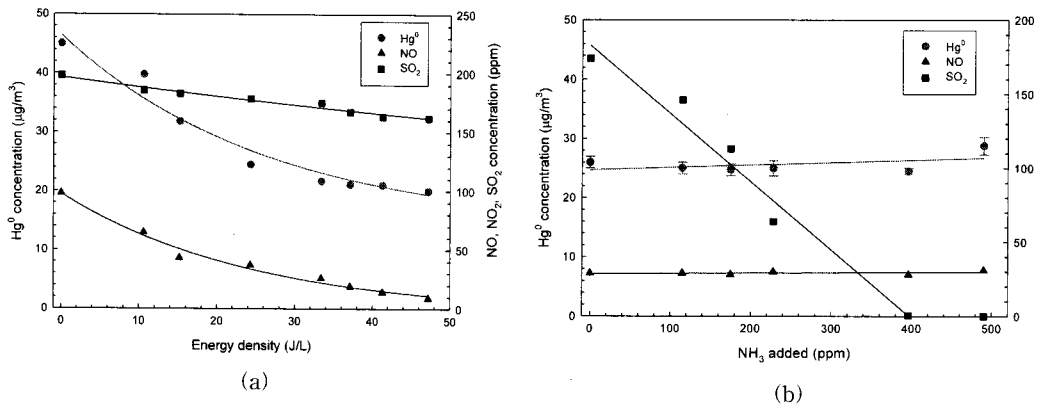
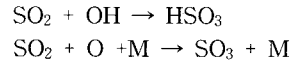
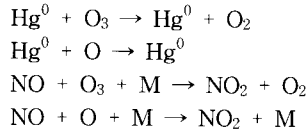
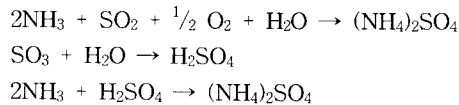


Fig. 2. (a) Effect of energy density on removal of Hg⁰, NO, SO₂ (b) Effect of ammonia on removal Hg⁰, NO, SO₂ at energy density of 30J/L.

그림 2(b)는 NH₃ 투입에 의한 각 오염물질의 제거효과를 본 것이다. NH₃ 투입 시, SO₂는 다음과 같은 반응에 의해 Ammonium sulfate를 형성하면서 빠르게 제거된다. 그러나 NO, Hg⁰제거에 미치는 효과는 미미하였다.



참고 문헌

- Kelvin, C. Galbreath and C.J. Zygarlicke (2000) Mercury transformation in coal combustion flue gas, Fuel Processing Technology, 65.
- Xinghua Liang, Paul C. Looy, and Shesha Jayaram, Mercury and other trace elements removal characteristics of DC and Pulse-Energized Electrostatic Precipitator, IEEE Trans. Ind. Applicat., 38.