

PE18) 무성방전을 활용한 Plasma Gun의 오존 생성특성에 미치는 운전변수의 영향

Effects of Operating Parameters on Ozone Production of Plasma Gun based on Dielectric Barrier Discharges

이현돈¹⁾ · 박은옥 · 정재우 · 김종오¹⁾

진주산업대학교 환경공학과, ¹⁾경상대학교 환경보전학과

1. 서 론

비교적 최근부터 강도 높은 연구·개발이 진행되고 있는 전기 방전공정은 대기 오염물질 또는 수질 오염물질을 제거하기 위해 높은 에너지의 전자들(energetic electrons)을 이용하는 저온 플라즈마(non-thermal plasma) 공정이다. 저온 플라즈마 공정은 이온, 라디칼 등의 화학적 활성종들(chemically active species)과 오염물질의 빠른 화학반응을 유도하므로 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 공정이다. 현재까지 수행된 많은 연구들을 통해 재래적 기술들을 능가하는 여러 가지 장점들이 있는 것으로 밝혀져 강도 높은 연구들이 진행되고 있는 상태이다.

본 연구에서는 다양한 전기방전 공정에서 실제 현장 조건에 적용할 수 있는 고성능 Plasma Gun 개발을 위한 최적의 운전조건을 도출하기 위한 기초연구로서 가스상 오존 발생에 미치는 주요 운전변수의 영향을 평가하고자 하였다. 방전 특성을 평가하기 위해 전압, 전류, 전하량을 측정하기 위한 회로를 구성하였으며 얻어진 자료로부터 에너지 및 에너지 밀도를 기준으로 방전특성을 평가하였다. 오존 발생특성을 평가하기 위해 다양한 운전조건에서 얻어지는 발생농도 및 수율을 비교하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구에서 사용된 실험장치는 그림 1에 나타낸 바와 같이 기체(공기) 공급부, 전원 공급부, Plasma Gun 그리고 측정장치로 구성되어 있다. 표 1은 오존 발생에 미치는 운전변수의 영향을 규명하기 위해 변화시킨 조건들을 나타내고 있다.

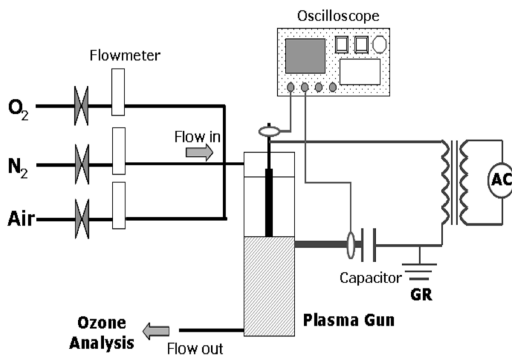


Fig. 1. Schematic of experimental setup.

Table 1. Major operating parameters and ranges.

Parameter	Range
Voltage	0 ~ 23kV peak
Frequency	60Hz
Energy	0 ~ 75mJ/cycle
Inner diameter of reactor	6.9mm
Length of outer electrode	150mm
Electrode gap distance	0.85, 1.45, 1.95, 2.20, 2.35mm
High voltage electrode	stainless steel, Yellow copper, Red copper
Gas flow rate	1, 3, 6, 9 LPM
Gas composition (N ₂ :O ₂)	2.4:0.6, 1.5:1.5, 0.6:2.4, only N ₂ , only O ₂

3. 결과 및 고찰

모든 실험조건에서 방전개시전압(V_{ON})보다 높은 전압이 인가될 때 기체 에너지 전달 및 오존 생성이 시작되었으며 전압의 증가에 따라 방전에너지는 거의 선형적으로 증가하였다. stainless 방전전극을 사용하여 오존 발생이 에너지 효율성에 미치는 전극간 거리의 영향을 그림 3에 나타내고 있다. 전극간 거리가 1.95mm의 조건에서 방전이 안정적이고 균일하게 형성되어 가장 높은 에너지 효율성을 가지는 것으로 나타났다. 그림 4와 5는 방전전극의 재질을 달리하여 전극간 거리가 1.45mm의 동일한 조건에서 방전에너지와 오존 수율(specific ozone yield)에 미치는 영향을 나타내고 있다. 방전전극 재질을 달리한 경우에 비슷한 에너지가 반응기로 전달됨에도 불구하고 stainless 방전전극에서 높은 오존 농도를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 그림 6으로부터 유량이 증가함에 따라 오존 생성이 높아지는 것으로 나타났다. 그림 7은 기체흐름으로 전달되는 방전에너지 밀도와 산소함량에 따른 오존농도를 나타내고 있다. 산소함량 0%를 제외한 모든 조건에서 에너지 밀도가 증가함에 따라 거의 선형적으로 오존 농도가 증가하며 산소의 함량이 높을수록 오존 농도가 높게 발생함을 관찰할 수 있다.

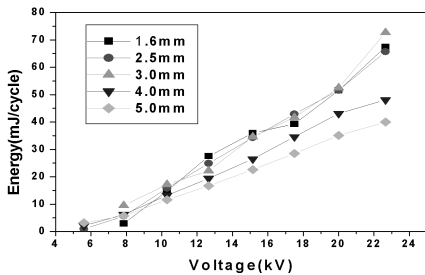


Fig. 2. Effect of voltage on energy transfer.

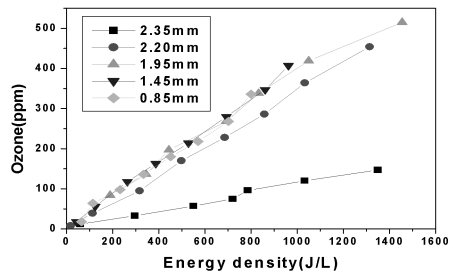


Fig. 3. Electrode gap distance effect on ozone generation.

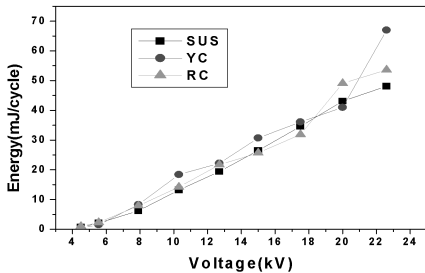


Fig. 4. Effect of HV electrode on ozone generation.

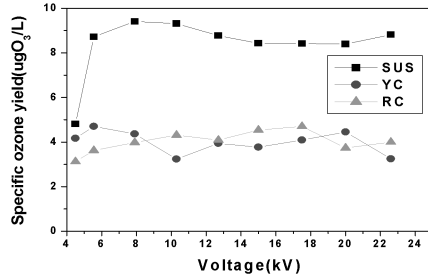


Fig. 5. Effect of HV electrode on ozone yield.

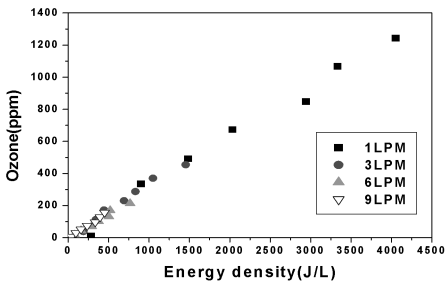


Fig. 6. Gas flow rate effect on ozone generation.

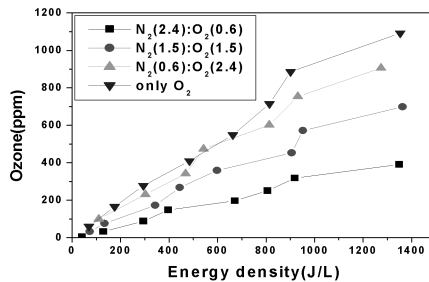


Fig. 7. Effect of gas composition on ozone generation.

사 사

본 연구는 진주산업대학교 산학협력중심대학사업 기술개발과제 수행의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Chang, J.S., P.A. Lawless, and T. Yamamoto (1991) Corona Discharge Processes, IEEE Transactions on Plasma Science, 19(6), 1152-1166.