

## DA2) 유전물질과 운반가스가 무성방전 특성에 미치는 영향 연구 Study on the Effects of Pellets and Carrier Gas on Characteristics of Silent Discharge Process

이용환 · 정원석 · 최유리 · 정재우<sup>1)</sup> · 조무현 · 남궁원

포항공과대학교 환경공학부/가속기 연구소, <sup>1)</sup>진주산업대학교 환경공학과

### 1. 서 론

여러 가지 대기오염물질들 중 자동차와 발전설비 등에서 주로 배출되는 질소산화물은 주요 대기오염 물질로 규제되고 있으며 배출 기준도 점차 강화되고 있다. 따라서 질소산화물을 효과적으로 저감하기 위한 공정들이 활발하게 연구되고 있는데, 이중 저온 플라즈마와 촉매를 동시에 이용하는 공정은 여러 가지 장점으로 인하여 최근 들어 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 플라즈마 공정의 하나인 무성 방전 공정(Silent Discharge Process)과 촉매를 동시에 사용하여 NO<sub>x</sub>를 제거하는 기초 연구로서 촉매 담체로 쓰이는 유전물질(glass/alumina pellet), 운반가스의 종류와 초기농도 등이 무성방전공정의 전기적/화학적 특성에 미치는 영향을 질소산화물을 처리하면서 살펴보았다.

### 2. 연구 방법

그림 1은 실험장치의 개략도를 보여주고 있다. 파이렉스로 만들어진 반응기의 내경과 두께는 각각 44 mm, 3 mm이고 반응기 외벽에 400 mm 길이의 구리테이프를 부착하여 집지전극으로 사용하였다. 직경이 35 mm인 스테인레스 스틸로 만들어진 붓을 방전극으로 사용하였으며 반응기 내벽과 방전극 사이에 다양한 직경의 glass bead나 alumina bead를 채워 유전물질의 종류와 크기에 따른 NO 전환특성을 살펴보았다. 농도변화는 NO<sub>x</sub> 분석기(Thermo-Electron chemiluminescent NO<sub>x</sub> analyzer, model 42H)를 이용하여 반응기의 출구 쪽에서 측정하였다. 본 연구에서는 NO의 초기농도를 공기와 아르곤을 사용하여 조절함으로써 운반가스의 종류에 따른 NO 전환특성을 살펴보았다. 또한 기체 유량을 변화시키면서 NO 전환을 위한 최적의 운전조건을 알아보았으며 초기 농도에 따른 NO 전환특성도 살펴보았다. 표 1은 본 연구에서 수행한 실험 조건과 실험 인자들을 나타내고 있다.

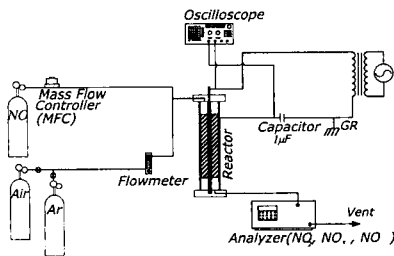


Fig. 1. Experimental setup of dielectric barrier discharge(silent discharge) process

Table 1. Experimental parameters and range

Parameter	Range
Bead	glass bead (2, 3, 4 Ø) alumina bead (2, 3 Ø)
Flow rate	5 ~ 20 liter/min
NO initial concentration	200 ~ 400 ppm
Carrier Gas	Air/Argon

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 초기 NO 농도, 유전물질의 종류 및 크기에 따른 NO 전환 특성을 보여주고 있다. 본 연구에서는 초기농도를 200 ~ 400 ppm까지 변화시켰는데, 그림 2(a)를 보면 같은 에너지 밀도인 경우 초기 농도가 낮을수록 NO 전환율은 높아지는 경향을 보이고 있다. 또한 alumina보다는 glass bead인 경우 NO 전환율이 조금 더 높은 경향을 보인다. 그림 2(b)는 유전물질의 크기가 NO 전환율에 미치는 영향을 보여준다. 본 연구에서는 직경이 2, 3, 4 mm인 glass bead와 2, 3 mm의 alumina bead를 사용하였는데, glass bead의 경우 직경 4 mm보다는 직경이 2와 3 mm일 경우 NO 전환율이 더 높았다. 또한

glass와 alumina bead 모두 2 mm 직경보다는 3 mm인 경우 NO 전환율이 조금 더 높았다.

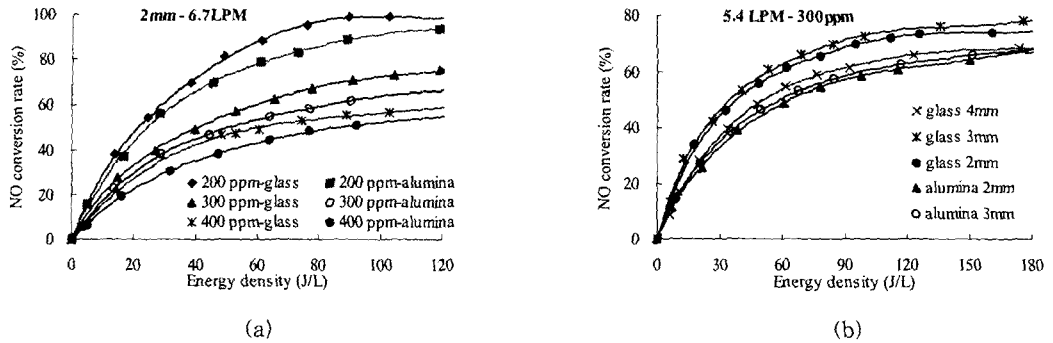


Fig. 2. Effects of initial concentration, bead type and size on NO conversion rate.

반응기내로 공기가 주입될 경우 공기 중에 존재하는 산소에 의해서 방전영역 내에서는 상당한 양의 오존이 생성되고, 생성된 오존은 NO와 반응하여 대부분의 NO가 NO<sub>2</sub>로 전환된다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 운반가스가 공기인 경우 NO가 감소한 만큼 NO<sub>2</sub>가 증가하는 것으로 미루어 보아 대부분의 NO는 NO<sub>2</sub>로 전환되는 것으로 사료된다. 본 연구에서는 이러한 오존의 영향을 배제하기 위해 운반가스로 공기대신 아르곤을 사용하여 초기농도를 조절하면서 실험하였다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 아르곤을 운반가스로 사용할 경우 NO가 NO<sub>2</sub>로 전환되는 현상은 거의 발생하지 않는 것으로 보이며, 에너지 밀도가 증가함에 따라 NO 농도는 점차로 감소하고 NO<sub>2</sub> 농도의 변화는 매우 적다는 결과를 얻었다.

그림 4는 가스 흐름율(체류시간)에 따른 NO 전환율의 변화를 나타낸 것이다. 반응기 내에서 NO의 체류시간이 너무 길 경우(낮은 가스 흐름율에서) 에너지 밀도가 증가하면 NO의 농도는 방전초기에는 감소하다가 시간이 지나면 다시 증가하는 경향을 보이며, 체류시간이 너무 짧을 경우에는(높은 가스 흐름율에서) NO 전환율이 전반적으로 감소되는 경향을 보인다. 따라서 반응기의 운전 조건에 따라 NO를 NO<sub>2</sub>로 전환시키기 위한 최적의 가스 흐름율(체류시간)이 존재하는 것으로 사료된다. 본 연구에서는 가스 흐름율을 5 ~ 20 LPM까지 변화시키면서 최적의 NO 전환 조건을 찾아보았는데, 실험결과 방전극의 직경을 35 mm로 하고 반응기내에 4 mm 직경의 유전물질(glass)을 넣었을 경우, 10 LPM일 때 NO 전환율이 가장 높음을 알 수 있었다. 또한 같은 실험장치에서 반응기내에 유전물질을 넣지 않았을 때는 약 15 LPM일 때 가장 높은 NO 전환율을 얻을 수 있었다.

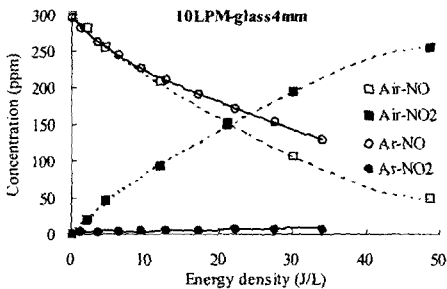


Fig. 3. Effects of carrier gas on NO conversion

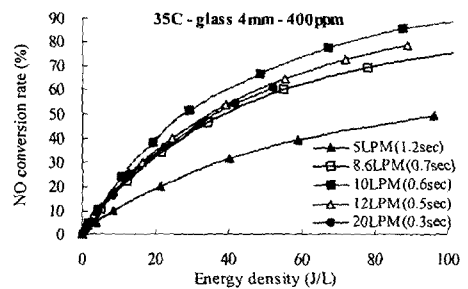


Fig. 4. Effects of flow rate on NO conversion

### 참고 문헌

- Shimizu K., Oda T. (1999) DeNO/sub x/ process in flue gas combined with nonthermal plasma and catalyst, IEEE Transactions on Industry Applications, Volume: 35, Issue: 6, 1311~1317
- J. J. Carlins and R. G. Clark, (1982) Ozone Generation by Corona Discharge, in *Handbook of Ozone technology and application* (Ann Arbor Science Publicsher, Ann Arbor) Vol 1, Chapter 2.