

PE10) 유전체 장벽 방전 공정 내에서 가스 조성이 에너지 전달 효율과 NO 전환에 미치는 영향

The Effect of Gas Compositions on the Energy Efficiency and NO Conversion in the Dielectric Barrier Discharge Process

이용환 · 고경보 · 최유리¹⁾ · 길영미 · 조무현 · 남궁원
 포항공과대학교 환경공학부, ¹⁾포항 가속기연구소

1. 서 론

최근 들어 질소산화물 (NO_x)을 저온 플라즈마로 처리하려는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 플라즈마 공정의 단점 중 하나는 다른 공정에 비해 비교적 에너지 소모가 높다는 것인데, 전원 (wall plug) 에서 나오는 전력 중 일부만이 플라즈마를 발생시키는데 이용되어, 에너지 효율이 낮은 것으로 보고되고 있다. 따라서 플라즈마 공정을 실제 공정에 적용하기 위해 선결되어야 할 과제는 에너지 효율을 높이는 것이다. 이러한 에너지 효율은 가스의 조성파 인가 전압 등에 많은 영향을 받는다. 본 연구에서는 교류 유전체 장벽 방전 (Dielectric Barrier Discharge)의 가스 조성과 인가 전압을 변화시키면서 전원에서 반응기로 전달되는 에너지 전달 효율을 살펴보고, 에너지 전달 효율과 NO의 전환의 상관관계를 살펴본다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 실린더형태의 DBD 반응기를 사용하였다. 유전물질로 내경이 27 mm, 두께가 1.5 mm 인 파이렉스 관(pyrex tube)을 사용하였다. 내부전극은 20 mm 직경의 스테인리스 스틸 봉을 사용하였으며 외부 전극으로는 반응기 외벽에 구리테이프를 400 mm의 길이로 감아서 사용하였다. 그림 1은 본 연구에서 사용된 실험장치를 나타내고있다. 질소, 산소, 아르곤, NO를 혼합하여 반응기 내로 주입하였으며, 트랜스포머와 슬라이더스를 이용하여 반응기로 인가되는 전압을 조절하였다. 벽면으로부터 나오는 전력 (Wall plug power)은 전력계 (Yokogawa, Digital power meter, WT210)를 이용하여 측정하였다.

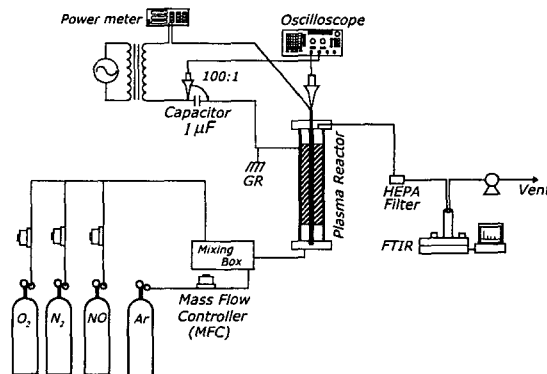


Fig. 1. Experimental setup

3. 결과 및 고찰

그림 2는 반응기내 유입기체의 조성을 변화시키면서 인가전압에 따른 에너지 효율의 변화를 살펴본 것이다. 인가전압은 10~20 kV까지 변화시켰으며, 인가 전압에 따라 전원에서 나오는 전력은 0.6~24 W

까지, 반응기 내에서 소모되는 전력은 약 0.3~16 W까지 변화였다. 그림 2에서 기울기가 클수록 에너지 효율이 증가한다는 것을 의미한다. 에너지 효율은 DBD 반응기 내에서 플라즈마를 생성시키는데 사용된 전력과 벽면으로부터 공급되는 전력의 비로 계산하였으면 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Energy efficiency (\%)} = \frac{\text{Dissipated power in DBD reactor (W)}}{\text{Wall plug power (W)}} \times 100$$

본 연구에서는 우선 산소와 질소의 혼합 비율을 변화시키면서 에너지 효율을 살펴보았는데, 산소와 질소의 유량은 0~3 l/min까지 변화시켰으며, 반응기로 유입되는 총 유량은 2~3 l/min까지 변화시켰다. 그림 2의 높은 전력 영역 (점선 부분)에서 볼 수 있듯이 에너지 효율은 산소와 질소혼합 가스 조성에 거의 영향을 받지 않았다. 인가되는 전압에 따라 에너지 효율은 44~64%까지 변화였으며, 전압이 높아질수록 반응기로 전달되는 에너지 효율은 증가하였다. 아르곤을 운반가스로 사용하였을 경우 (그림 2의 실선 부분), 산소와 질소 혼합가스의 경우에 비해 에너지 효율이 낮았다. 아르곤 가스만을 흘렸을 때 에너지 효율은 35~53%까지 변화였으며, 산소/질소 혼합가스와는 반대로 전압이 높아질수록 반응기로 전달되는 에너지 효율은 감소하였다. 그림 3은 아르곤과 공기(질소:산소 = 4:1)를 각각 NO와 혼합하여 DBD 반응기에 넣고 NO의 전환율을 비교해본 것이다. 아르곤을 운반가스로 사용한 것보다는 공기를 운반가스로 사용했을 때 NO 전환율이 더 높았다.

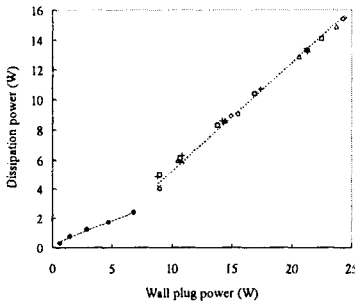


Fig. 2. Effect of gas compositions on energy efficiency

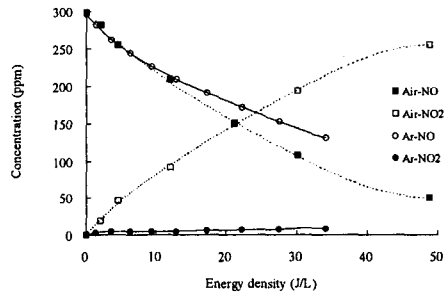


Fig. 3. Effect of gas compositions on NO conversion

참고 문헌

Toshiaki Yamamoto, Chen-Lu Yang (1998) 「Plasma Chemical Hybrid Process for NOx Control」, Proc. 1998 Int. Fall Fuels and Lubricants Meeting (Society of Automotive Engineers, SP-1395), 27~35

정권성, 홍민선 (1996) 「Silent Discharge Plasma Reactor 를 이용한 질소산화물 처리에 관한 연구」, 대한환경공학회지