

III~25]

유전체장벽방전을 이용한 질소원자 생성과 NO 적정에 의한 농도측정

김태훈, 이지화

서울대학교 공업화학과

N_2 , Ar- N_2 , NH_3 방전은 steel nitriding(5~8 μ m)와 TiN 등의 박막 증착, 특히 청색영역과 자외선 영역의 광소자재료로 부각되고 있는 III-V nitrides(InN, AlN, GaN) 등의 박막증착에서 큰 농도의 질소원자를 공급하기 위한 방법으로 널리 쓰이고 있다. 이 중에 III-V nitrides의 박막증착에서는 질소 원자를 생성하는 방법으로 반응성이 큰 NH_3 의 열해리도 많이 쓰이고 있지만 1100 $^{\circ}C$ 이하에서는 H_2 와 N_2 로 분해가 잘 안되므로 높은 반응온도와 큰 질소 분압이 필요한 어려움이 있다. DC 글로우 방전에 의한 질소원자 생성은 1~5 Torr의 압력에서 행하여지는데 이보다 높은 압력에서의 증착공정에서는 방전이 어렵고 해리된 질소원자의 기판으로의 전달이 효과적이지 못하다. 최근에 Ricard 등이 상압하에서 surface-wave-induced microwave를 이용한 Ar- N_2 방전에서 큰 유량의 질소원자 flow를 생성하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 비교적 높은 압력(0.1~수 기압)에서도 조절된 마이크로아크 형태의 방전이 공간에 규칙적으로 분포하는 유전체장벽방전을 질소원자 생성에 적용하였다. 유전체장벽방전은 방전전극 사이에 적어도 하나 이상의 유전체장벽을 갖는 방전을 말한다. 비교적 장치가 간단하고 0.1~10 기압 정도의 높은 압력하에서 일어나는 기체방전이기 때문에 많은 유량의 오존생성이나 삼충충돌에 의한 엑시머생성에 쓰이고 있다.

그림 1은 Ar- N_2 유전체장벽방전에 의한 질소원자 생성 및 유량 측정을 위해 제작한 장치를 나타낸 것이다. 유전체장벽으로는 두께 1 mm인 두 석영판($\phi 24$, $\phi 18$ mm)을, 안쪽 전력전극은 Al 판, 바깥쪽 접지전극은 Al 호일을 사용하였고 방전간격은 2 mm이었다. 방전영역 끝부분에 연결한 석영관($\phi 10$ mm, l 10 cm)에서 1.3 % NO-Ar을 주입하여 질소원자 유량을 측정하였다. RF 전력공급장치는 ENI사의 PL-2HF(90~460 kHz), 분광특성을 분석하기 위해 Acton Research 사 SpectraPro-500 분광기(>185nm)를 사용하였다. 적정용 석영관의 기체흐름내에 질소원자의 농도가 높으면 특징적으로 질소원자의 재결합에 의한 Lewis-Rayleigh afterglow 현상이 나타난다. 이러한 $N + N + Ar$ afterglow 영역에 적정용 1.3% NO-Ar 기체를 주입하면 다음과 같은 반응이 빠르게 일어난다.



위 적정반응의 종말점에서는 afterglow에 존재하는 질소원자가 주입된 NO와의 i) 반응에 의해 모두 소멸되기 때문에 NO_β emission이 사라진다. Ar-2% N₂ 혼합기체를 7 l/min로 흘리고 방전압력 150 Torr, 방전전력 100 W인 조건에서 1.3% NO-Ar 주입량에 따른 320 nm에서의 NO_β emission 세기의 변화를 그림 2에 나타내었다. 적정기체 120 sccm에서 광세기가 거의 바닥까지 감소할 때를 종말점으로 하면 질소원자의 유량은 7×10¹⁷/sec에 해당한다.

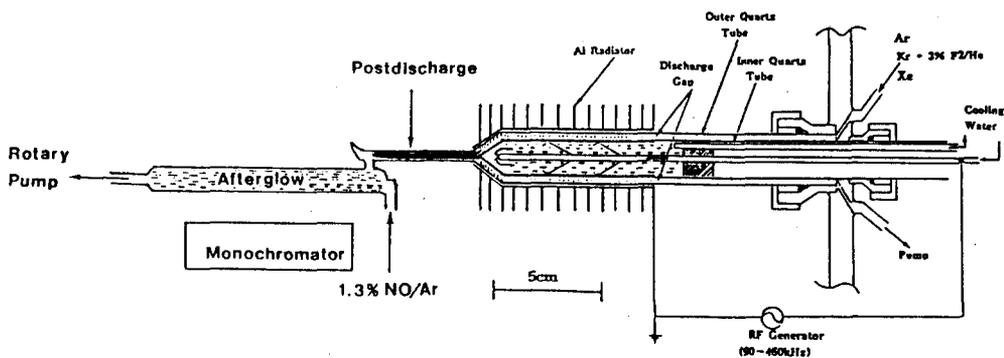


Fig. 1. Experimental Set-up.

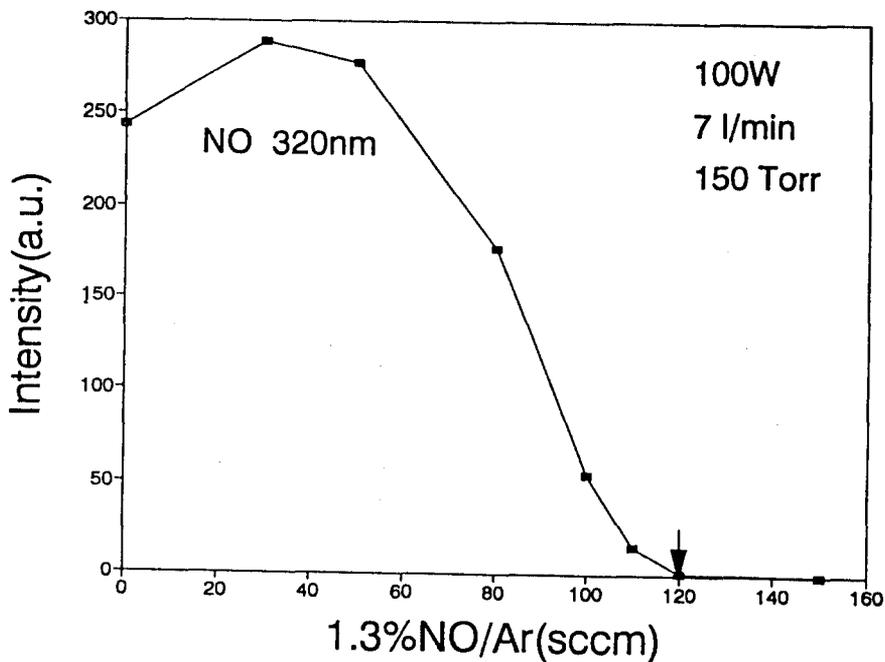


Fig. 2. Intensity variations of NO_β(320nm) emission as a function of the flow rate.