

PA38) 열 플라즈마 이용 SF₆ 처리 시 H₂O 주입에 따른 부산물 비교 분석 연구

김선우 · 류재용
경남대학교 환경에너지공학과

1. 서론

Non-CO₂계 온실가스 중에서 SF₆(Sulphur hexafluoride)는 GWP (Global Warming Potential)가 CO₂ (Carbon dioxide) 대비 약 23,900배에 달하며 대기 중 체류시간(Lifetime)이 3200년으로 지구온난화에 미치는 영향이 크다. 주요 배출원이 반도체 제조공정이며, 주로 식각(Etching)공정 등 산업 활동을 통해 발생하는 가스이며, 반도체 산업은 우리나라의 국가경제에 매우 큰 비중을 차지하고 있기 때문에 SF₆의 사용량 감축보다 제어를 통한 저감이 필요하다(Kim et al, 2017).

본 연구에서 반도체 및 디스플레이 분야에서 약 1,000 ~ 2,000 ppm의 적은 농도로 배출되는 불화가스(Jeong et al, 2016)를 대상가스로 설정하여 열 플라즈마 반응기에 H₂O 주입 유, 무에 따른 SF₆ 처리 시 분해효율을 확인하고, 부산물 생성 비교 분석 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서는 N₂ 가스를 balance gas로 하여 SF₆ 농도를 1,000 ppm으로 설정하였다. 플라즈마 방전기체인 N₂가스는 40 slpm 주입 시켰으며, Balance gas(SF₆ 농도 희석)인 N₂가스는 30 slpm 주입시켰다. 따라서 반응기 내부로 유입되는 N₂ 가스 유량을 총 70 slpm 주입시켰으며, 대상가스인 SF₆는 70 sccm 주입시켰다.

SF₆ 처리를 위해 플라즈마 발생장치 및 대상가스 주입 시스템을 구성하였고, 수증기 상태로 반응기내에 주입 가능한 첨가제 주입 시스템을 본 연구에서 추가하였다. 따라서 H₂O를 반응 첨가제로 주입하여 SF₆ 처리 후 생성된 부산물의 측정 및 포집을 위한 실험 장치를 공정 후단에 제작하여 설치하였으며, 후처리 시스템으로 Wet Scrubber가 설치되었다.

3. 결과 및 고찰

H₂O 주입 시 100%의 SF₆ 분해효율을 확인했으며, 첨가제로 수증기 주입 시 효과적인 분해효율을 얻었다. 수증기 주입 시 부산물 대부분이 HF로 생성되었으며, 수증기 무 첨가 시 생성된 입자상 부산물인 AlF₃ 생성을 저감시키는 효과를 얻었다.

SF₆ 분해 시 수증기 주입 유, 무에 따른 기체상 부산물이 달리 생성되었다. 수증기 무첨가 시 대부분 지구온난화 물질인 SO₂F₂가 주로 결합되어 배출되었으나, 수증기 첨가 시 당량의 SO₂로 생성되어 SO₂F₂를 제어한 것으로 확인하였다. 또한 열 플라즈마 이용 SF₆ 분해 시 수증기 첨가제로 인해 NO_x가 다량 생성되었다.

4. 참고문헌

- Kim, S. W., Kim, J. B., Kim, J. H., Kim, R. H., Ryu, J. Y., 2017, A Study on Particulate Matter Formed from Plasma Decomposition of SF₆, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, 33(4), 326-332.
Nam, S. E., Park, A., Park, Y. I., 2013, Separation and Recovery of F-gases, Journal of membrane, 23(3), 189-203.

감사의 글

본 연구는 환경부 글로벌탑 환경기술개발사업 중 Non-CO₂ 온실가스저감기술개발 사업(과제명 : Pump&Scrubber 일체형 온실가스(NF₃, CF₄, SF₆) 저감 장치 기술 개발)의 지원을 받아 수행되었습니다.