

불화 가스 분리 회수용 초가교 고분자 흡착제 특성

장현태*, 노원정*, 배성현*, 김인수*, 박윤성*, 정규빈*, 이태경*, 정윤조*, 유승빈*, 허예지*

*한서대학교 화학공학전공

e-mail:htjang@hanseo.ac.kr

Characteristics of a Hypercross-linked Polymer Adsorbent for the Separation and Recovery of Fluorinated Gases

Hyun-Tae Jang*, Won-Jung Noh*, Sung-Hyun Bae*, In-Su Kim*, Yoon-Seong Park*,

Kyu-Bin Jeong*, Tae-Kyeong Lee*, Yun-Jo Jeong*, Seung-Bin Yoo*, Ye-Ji Heo*

*Department of Chemical Engineering, Hanseo University

요약

본 연구에서는 불소화합물에 대한 내구성을 지니고 있는 미세 기공 초가교 결합 고분자 구조 흡착제를 이용하여 불화 온실가스)를 분리 농축하기 위한 고분자 구조체를 합성하였다. PFCs 및 NF₃ 분리 농축에 대한 기초 연구 결과는 현재 매우 미비한 상태이므로 본 연구에서 합성된 흡착제에 의한 흡착 평형 기초 데이터를 확보하였다. PSA 및 TSA 공정에서 사용 가능한 흡착 평형 자료와 흡착 과과 특성을 파악하여 분리 대상 가스 농축하여 분해과정을 수행하므로 발생되는 온실가스 저감을 위한 연구를 수행하였다. 본 흡착 특성 자료는 분리 농축탑의 설계 조건과 운전 조건을 제시할 수 있다. 초가교 결합 고분자 구조 흡착제는 불소화합물에 의한 피독이 기존 제올라이트 분자체보다 우수하여 피독에 의한 농축 분리능 저감을 감소시키고 탈착에너지가 작게 나타났다.

1. 서론

최근 진행되는 지구 온난화 방지를 신재생에너지 효율 향상 및 안전한 원자력 에너지 이용에 대한 연구가 진행되고 있다. 현재 발생되는 온실가스 관련 연구는 에너지 효율 증대 및 포집 저장 및 전환이 연구되고 있다. 또한 불화가스와 같은 온실가스의 처리 과정에서 추가적 온실가스 발생의 최소화이며, 처리기술 수준은 에너지 효율에 의하여 평가된다. 반도체 제조공정 등에서 다양한 종류의 불화 가스가 사용되고 배출되고 있다. 본 연구에서는 불화가스 처리 공정 중 화염에 의한 연소공정과 플라즈마 공정의 에너지 효율을 증대시키기 위하여 불화가스를 농축하여 유입 흐름양을 감소시키고자 연구를 수행하였다. 반도체 제조 공정에서는 발생되는 <표 1>에 나타난 기상 성분 중에 포함된 PFCs, NF₃를 농축하여 분해기로 공급하므로써 처리 부하를 감소 시켜 연료의 사용을 줄이고 공정을 최적화시켜 에너지 효율성을 극대화하기 위한 전처리 공정에 사용될 수 있는 분리 흡착제을 연구하였다.

2. 실험 방법

다발성 방향족화과 방향족 환을 가교제를 사용하여 초가교 결합 구조를 합성하였으며, 합성체를 표면 특성과 물리화학적 특성

을 분석하고, 불화가스에 대한 흡착 및 재생 특성을 열중량반응 기와 등온흡착 특성으로 규명하였다.

Table 1. 반도체 공정별 배출 폐가스 현황

반도체 공정	배출 폐가스	특성
Etching	CF ₄ , CHF ₃ , HBr, SF ₆ , BCL ₃ 등	지구온난화 가스, 분해시 산성 가스 발생
CVD	Deposition SiH ₄ , TEOS, NH ₃ , TMB, WF ₆	연무 및 미세입자 발생, 폭발성
	Cleaning C ₂ F ₆ , N ₂ O, ClF ₃ 등	지구온난화 가스, 분해시 산성 가스 발생
Diffusion	NO, DCS, TEOS, ClF ₃ 등	연무 및 미세입자 발생, 분해시 산성가스 발생
Implantation	PH ₃ , AsH ₃ , BF ₃ 등	맹독성, 미세입자 발생

참고문헌

- [1] <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/perfluorocarbon>
- [2] J. Wang, S. Deng, R. Zhao, J. Xue, Y. Bai, Z. Wu, "Performance evaluation and optimization of vacuum pressure swing adsorption cycle for CF₄ recovery using activated carbon", Separation and Purification Technology, 301, pp. 122023–12037, 2022, DOI : <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.122023>.

- [3] K. T. Kim, Y. H. Kim, M. S. Cha, Y. H. Song, S. J. Kim, J. I. Ryu, "Decomposition Characteristics of PFCs for Various Plasma Discharge Methods in Dielectric Barrier Discharge", Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, 20(5), pp.625–632, 2004, <https://www.koreascience.kr/article/JAKO200415875829415.page>
- [4] S. Kanno, S. Ikeda, H. Yamashita, S. Azuhata, S. Irie, S. Tamata, "Catalytic Decomposition of Perfluorocompounds", MRS Proceedings. 1997, 59, 2011. DOI : <https://doi.org/10.1557/PROC-497-59>