

Comparative study of electrochemical ammonia production processes via nitrogen reduction

김주연, 이수현, 최웅¹, 황윤정², 나종걸[†]
이화여자대학교; ¹한국과학기술원; ²서울대학교
(jgna@ewha.ac.kr[†])

Haber-Bosch (HB) 공정의 발명 이후로, 암모니아의 합성은 비료를 생산하기 위한 중요한 공정이 되었다. 또한 최근 상온에서 쉽게 액화되고, 수소 저장량이 비교적 우수하여 수소 캐리어로서 많은 주목을 받고 있다. 하지만 에너지 및 자원 집약적인 HB 공정은 전 세계 에너지의 1% 이상을 소비하는 동시에 다량의 온실가스를 배출하기 때문에, 이를 지속가능한 공정으로 대체하기 위한 연구의 필요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 질소원의 전기화학적 환원반응을 통해 암모니아를 생산하는 반응시스템 및 분리시스템을 포함한 전 공정 개념설계를 수행하고 이를 기반으로 기술 경제성 평가를 수행한다. 이때, 암모니아 생산을 위한 전기화학적 환원반응으로써, 질소 환원 반응과 질산염(nitrate)의 환원 반응을 동시에 고려하였다. 공급원료로서 질산염을 고려할 경우, 환경 친화적이지 못한 전처리 단계가 필요하기에, 전기화학적 질소산화반응으로 질산염을 생산하고 이를 환원시켜 암모니아를 생산하는 단일 반응 시스템을 제안하여, 이 3가지 케이스에 대한 비교 분석 또한 진행하였다. 전역 민감도 분석을 통해, 전류밀도, 페러데이 효율, 과전압과 같은 전기화학반응의 주요 파라미터의 중요도를 분석하여 각 케이스별 전기화학적 공정의 설계변수에 대한 성능 평가도 진행하였다.