차세대 수소 동위원소 분리를 위한 소수성 촉매 시스템

KEYWORD 금속유기프레임워크, 수소 동위원소 분리

기술완성도(TRL) Small scale prototype (성능검증 ; 4단계)

기술 개발 배경

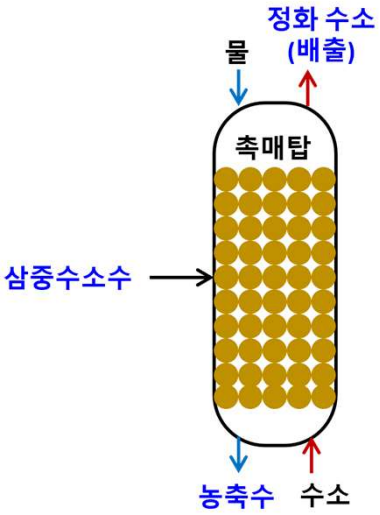
수소 동위원소 청정 분리 기술 필요성

- 수소 동위원소 분리 기술은 핵융합 연료, 전자 산업용 중수소 생산, 방사성 폐기물 처리 등 에너지와 환경 분야의 핵심 기술로 사용됨
- 기존 분리기술은 높은 에너지 소비, 낮은 효율, 복잡한 공정 등의 문제를 안고 있음

기술 내용 및 특징

소수성 금속유기프레임워크 기반 촉매 복합체 기술

- 소수성 금속유기프레임워크(MOF) 기반 촉매 시스템을 통해 수소 동위원소 분리 효율을 극대화하고 설비를 소형화하는 기술
- 액상촉매교환(LPCE) 방식을 활용하며, 소수성 촉매를 사용하여 물에 의한 촉매 비활성화를 방지함으로써 촉매의 장기적인 성능 유지 및 높은 분리 효율 제공 기술



[소수성 금속유기프레임워크 기반 촉매 시스템]

Technology Brief

차세대 수소 동위원소 분리를 위한 소수성 촉매 시스템

종래기술과의 차별성

종래 기술의 한계

- 분리 효율: 높은 에너지 소비와 낮은 분리 효율로 대규모 처리에 부적합
- 촉매 비활성화: 물의 응축·흡착으로 물질 확산이 저해되고 반응 활성 저하
- 공간 제약: 기존 촉매 시스템은 설비 공간의 제약이 큼

본 기술의 우수성

- 분리 효율: 액상촉매교환(LPCE) 방식으로 효율적인 수소 동위원소 분리
- 설비 소형화: MOF 기반 촉매와 소수성 복합체로 설비 소형화
- 친환경성: 폐기물 처리 과정의 2차 오염 발생 최소화

적용분야

- 방사성 폐기물 처리, 원자력·핵융합 에너지, 반도체·특수가스 제조 등
  - 환경 및 폐기물 처리: 방사성 폐기물 처리, 정수 및 폐수 처리 시설
  - 에너지 및 원자력: 원자력 발전 및 핵융합 에너지 시스템
  - 반도체 및 특수가스 제조: 중수소 분리 및 농축



삼중수소 처리



중수소 농축

기대효과

- 발수투습성: 소수성 물질(알킬, 벤젠 등) 부착으로 물 접촉각 70° 이상 확보
- 촉매 복합체: 소수성 MOF 촉매를 고분자(PVDF, PTFE)·무기 지지체에 분산하여 제조
- 설비 소형화: 수증기가 아닌 액상의 물이 직접 수소와 반응하여 설비 소형화 가능
- 응용 확대: 핵융합 연료 주기, 방사성 폐기물 관리, 반도체 중수소 농축 공정에 응용

보유특허

No.	국가	출원 / 등록번호	발명의 명칭	상태
1	한국	10-2024-0136136	소수성 금속유기프레임워크 기반의 다공성 촉매 복합체 및 이를 활용한 수소동위원소 분리방법	출원

문의처

기술문의	기술이전
원자력시설청정기술개발부 박찬우 박사 042-866-6160 | chanwoo@kaeri.re.kr	기술사업화팀 이재용 042-868-4521 | jaylee93@kaeri.re.kr