분리 성능이 향상된
수전해 기반 수소 동위원소 분리 시스템

KEYWORD 수소 동위원소 분리, 수전해, 막-전극 복합체, 삼중수소 오염수 처리

기술완성도(TRL) Prototype (시작품 제작 및 성능평가 ; 5단계)

기술 개발 배경

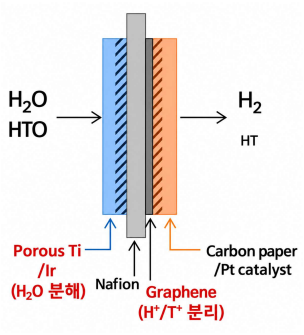
고효율 수소 동위원소 분리 기술 개발 필요

- 원전의 운영 및 해체 과정에서 발생하는 삼중수소수는 물과 물리화학적 특성이 유사하여, 여러 번 반복 분리해야 하므로 비용과 시간이 많이 소요됨
- 기존 수전해 장치는 KOH 등 전해질을 함유한 상태로 농축되어 탈염 단계가 추가로 필요하고, 전류 밀도가 낮아 장치 규모가 큼
- 따라서, 분리능이 높고 장치 규모를 줄일 수 있는 수전해 기반 수소 동위원소 분리 기술이 필요함

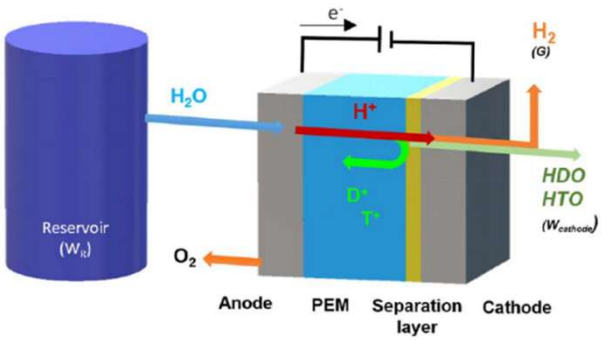
기술 내용 및 특징

수소 동위원소 이온 분리막을 포함한 막-전극 복합체 활용 분리 기술

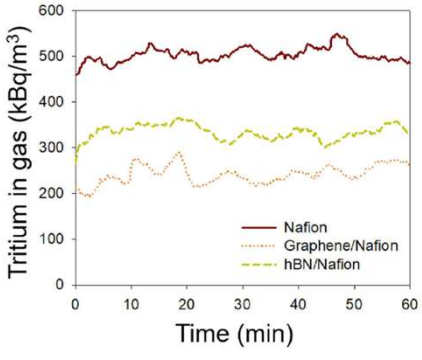
- 본 기술은 수소 동위원소 이온 분리막을 포함한 막-전극 복합체로 물에서 경수소·중수소·삼중수소를 분리하는 수전해 기술임
- 기존 수전해 시스템보다 수소 동위원소 분리계수가 약 2배 향상됨
- 경수소는 기체로 배출되고 농축수에는 고농도의 중수소 또는 삼중수소가 남아, 중수소·삼중수소 농축수 제조에 활용 가능함
- 원전 운영·해체 및 누수로 발생하는 삼중수소 오염수 처리에 적용하면, 폐기물과 배출 기체 내 삼중수소를 함께 저감할 수 있음



[동위원소 분리 복합막-전극 복합체]



[삼중수소 분리 장치 개념]



[삼중수소 분리능 실험 결과]

Technology Brief

수전해 기반 수소 동위원소 분리 시스템

종래기술과의 차별성

종래 기술의 한계

- 반복 분리: 물과 특성이 유사해 다회 분리 필요
- 비용·시간: 반복 공정으로 비용과 시간 소요 큼
- 후처리: KOH 등 전해질 함유 농축으로 탈염 단계 추가
- 장치 규모: 낮은 전류 밀도로 장치 대형화

본 기술의 우수성

- 분리 성능: 이온 분리막 추가로 분리계수 약 2배 향상
- 농축: 반복 분리로 중수소·삼중수소를 물 내에 농축
- 활용성: 동위원소 농축 설비·오염수 처리 장치로 확장

적용분야

- 방사성 폐기물 처리, 방사선(능) 시험분석 전처리, 동위원소 생산 등
  - 원전 운영·해체 및 누수로 발생하는 삼중수소 오염수 처리
  - 고순도 중수소수·삼중수소수 생산 및 동위원소 농축 설비



기대효과

- 분리 성능: 기존 수전해 대비 수소 동위원소 분리계수 약 2배 향상
- 환경적 효과: 삼중수소 오염수 처리로 방사성 폐기물과 배출 기체 내 삼중수소 저감
- 경제적 효과: 고가 원료인 중수소·삼중수소 농축수 생산 가능

보유특허

No.	국가	출원 / 등록번호	발명의 명칭	상태
1	한국	10-2022-0136393	수전해에 의한 수소 동위원소 분리용 복합막-전극 복합체, 이를 이용한 수소 동위원소 분리 시스템 및 수소 동위원소 분리 방법	출원

문의처

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