교차오염을 원천 차단하는
자동화 방사성핵종 정밀 화학분리 시스템

KEYWORD 핵종 분리, 센서 이벤트, 크로마토그래피

기술완성도(TRL) Prototype demonstration (성능입증 ; 6단계)

기술 개발 배경

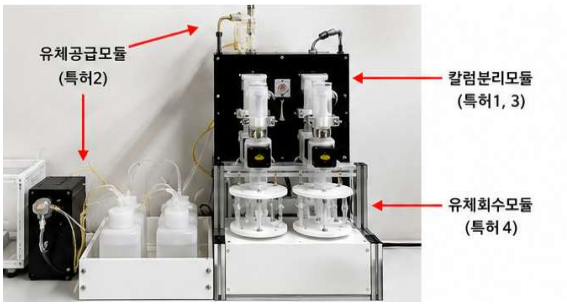
자동화 방사성핵종 정밀 화학분리 시스템 개발 필요

- 원전 운영 및 해체 과정에서 발생하는 방사성폐기물의 안전한 처분과 부피 감용을 위해 고정밀 방사성핵종 분석기술의 중요성이 지속적으로 증가
- 기존 크로마토그래피 기반 화학분리 공정은 수작업 중심으로 운영되어 분석시간이 길고 인적오류 및 생산성 저하 문제가 발생
- 복잡한 유로와 밸브 사용으로 시료의 잔류(Carry-over) 및 교차오염 가능성이 존재하여 분석 신뢰성 확보에 한계
- 이에 교차오염을 원천 차단하면서도 분석의 정확성, 자동화 및 생산성을 동시에 구현할 수 있는 차세대 방사화학 분리기술 개발 필요

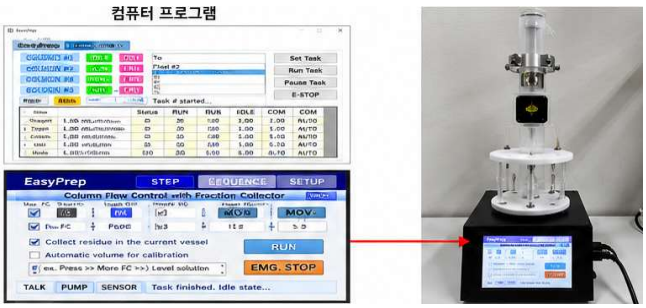
기술 내용 및 특징

자동화 방사성핵종 정밀 화학분리 시스템 핵심 기술

- 본 기술은 세계 최초로 비접촉 센서 기반 제어기술을 적용하여 기존 시스템에서 필수적이던 밸브를 제거함으로써 장치를 획기적으로 단순화한 기술임
- 시료와 접촉하는 유로를 일회용 구조로 구성하여 시료 잔류와 교차오염을 원천적으로 차단하고 분석 신뢰성을 크게 향상시킴
- 액체취급 로봇과 센서 이벤트를 연계하여 시약 공급, 용출물 회수 및 반응시간을 자동으로 정밀 제어함으로써 분석 정확도와 재현성을 확보함
- 다양한 방사성핵종 분리 절차에 동일한 시스템을 적용할 수 있는 올인원(All-in-One) 자동화 플랫폼으로 활용 가능함
- 방사성폐기물 처분에 필요한 비휘발성 핵종 6종의 순차 분리공정에 적용하여 성능과 실용성을 검증함



[4-채널 자동 분리 장치]



[1-채널 반자동 분리 장치]

Technology Brief

자동화 방사성핵종 정밀 화학분리 시스템

종래기술과의 차별성

종래 기술의 한계

- 일반적인 수동방식은 반응시간을 조절할 수 없고 작업자 숙련도에 의존
- 이에 따라 분석 결과의 재현성과 품질관리에 제약 존재
- 자동화 방식은 다수의 밸브와 복잡한 유로를 사용하여 시료 잔류 및 교차오염 가능성 존재
- 하나의 펌프로 유량과 유속을 동시에 제어하여 정밀 제어에 한계
- 시료 교체 시 충분한 유로 세척이 필요하여 2차 폐기물 다량 발생

본 기술의 우수성

- 비접촉 센서와 일회용 유로를 적용하여 교차오염을 원천적으로 차단
- 센서 이벤트 기반 제어기술을 적용하여 시약 공급, 반응 시간, 용출물 회수 정밀 제어
- 높은 정확도와 재현성을 확보하여 분석 신뢰성과 품질관리 수준 향상
- 다양한 방사성핵종 분리공정에 적용 가능한 범용(All-in-One) 플랫폼 제공
- 자동화 시스템을 적용하여 분리시간 최적화, 작업효율 및 생산성 향상

적용분야

- 원자력발전소 및 원전해체 현장의 방사성핵종 분리 자동화 시스템
- 방사성폐기물 발생기관, 처리기관, 처분기관 및 규제기관의 방사화학 분리 장비
- 방사성핵종 분석 서비스 기업 및 시험·인증기관의 자동 분리 시스템
- 칼럼 크로마토그래피 장비, 시약 공급장치, 분획수집기 등 분석장비 제조기업
- 정밀 유체제어 및 실험실 자동화 시스템 분야
- 방사화학뿐만 아니라 정밀 화학분석 및 바이오 분석장비 분야로도 기술 확장 가능



기대효과

- 교차오염 원천 차단으로 분석 신뢰성 향상
- 자동화로 분리시간과 인력투입을 줄여 생산성 향상
- 일회용 단순 유로로 세척 부담 및 2차 폐기물 저감
- 다양한 핵종 분리공정에 범용 플랫폼으로 활용
- 정밀 제어로 결과 재현성 및 품질관리 수준 향상

보유특허

No.	국가	출원 / 등록번호	발명의 명칭	상태
1	한국	10-2671278(등록일:2024.5.28)	유체 회수 장치 및 이를 포함하는 방사성핵종 분리 시스템	등록
2	한국	10-2574059(등록일:2023.8.30)	레진 칼럼 모듈 및 이를 포함하는 방사성핵종 분리 시스템	등록
3	한국	10-2566397(등록일:2023.8.8)	유체이송 시스템	등록
4	한국	10-2398501(등록일:2022.5.11)	유체 이송 장치 및 이를 포함하는 방사성핵종 분리 시스템	등록
1	한국	C-2024-022970(등록일:2024.7.3)	[컴퓨터프로그램] 오픈 칼럼 크로마토그래피 기반 방사성핵종 화학분리 자동화 프로그램 (OpenPrep)	등록

문의처

기술문의	기술이전(1차)	기술이전(2차)
선진핵주기기술개발부 이종광 박사	처분성능실증연구부 유재복	기술사업화팀 이재용
042-868-8085 | leejk@kaeri.re.kr	042-868-2236 | jbyoo@kaeri.re.kr	042-868-4521 | jaylee93@kaeri.re.kr