

플라즈마를 이용한 고체방사성폐기물 건식제염기 개발

김중화, 박승현, 백승훈, 김용수*, 전상환*

한일원자력(주), 경기도 안양시 만안구 안양7동 202-4 동영벤처스텔(3차) 301호

* 한양대학교, 서울특별시 성동구 행당동 17번지

금속성 방사성폐기물을 제염하는 설비의 조건으로는 제염계수, 2차 폐기물 발생량, 모재의 회수 가능성, 작업자의 안전성(원격조정) 등을 고려하여야 한다. 금속성 방사성폐기물의 오염제거 방법으로 습식제염 방법을 손쉽게 생각할 수 있으나 습식제염은 모재로부터 오염 물질을 선택적으로 제염이 불가능하고 강산 용액을 사용하므로 제염후 발생하는 2차 액체폐기물로 인해 최근 그 적용이 제한되고 있다. 플라즈마 건식제염기는 CF_4/O_2 등 혼합기체 플라즈마를 원활히 발생시킨 후 플라즈마와 오염 물질과의 원활한 제염반응을 유지하도록 설계하였으며 loading 챔버, processing 챔버 및 unloading 챔버 등으로 구성하였다. 제염 반응을 일으키는 processing 챔버는 제염 대상물의 설치대와 플라즈마 전원공급 시스템 그리고 반응 기체의 공급 및 배기장치가 있고, 반응온도를 유지할 수 있는 히터가 부착되어 있다. 제염 대상물 설치대는 unloading 챔버로부터 롤러로 이동되고 이 설치대에는 지그가 있어 제염 대상물을 장착하도록 되어 있다. 이 설비는 운전 및 자료의 수집 등 전체적인 운영이 PC를 기반으로 이루어지도록 설계되어 있으며 배기장치에는 2차 폐기물의 제거를 위해 3종류의 여과기를 설치하였다. 부식생성물(CP) 및 핵분열생성물(FP)에 대한 건식 제염공정 확보를 위해 Co, Mn 및 Mo의 기체 플라즈마 식각반응 실험결과 CF_4/O_2 가 반응기체로 가장 우수하며 O_2 의 몰비는 온도에 관계없이 20%일 때 최대의 식각율을 나타냈다. 반응율은 Mo이 가장 높고 Co가 가장 낮았으며 Co의 경우 290℃에서는 반응이 일어나지 않지만 350~380℃에서 식각율은 온도에 따라 거의 선형적인 증가를 보였다. 따라서 부식생성물인 Co와 Mn, 핵분열생성물인 Mo의 최적 제염공정은 CF_4/O_2 기체 플라즈마에서 20% O_2 의 몰비와 380℃ 이상의 온도 그리고 220W 이상의 출력일 때가 최적 제염공정임을 도출하였다.

본 연구는 산업자원부 전력산업연구개발사업의 일환으로 수행된 것입니다.

표-1. 플라즈마 건식제염기 주요설비의 사양

주요설비	사 양
▪ Process Chamber	1100(W)×650(D)×550(H) mm
▪ Loading Chamber / Unloading Chamber	825(W)×700(D)×650(H) mm
▪ 제염 대상물의 크기	Max. $\phi 300 \times 800(L)$ mm
▪ 사용가스	N_2, O_2, CF_4
▪ 도달진공도	5.0×10^{-3} Torr
▪ 상용진공도	9.0×10^{-3} Torr
▪ 진공배기시간	9.0×10^{-3} Torr까지 30분 이내
▪ 설치공간	3400(W)×2500(D)×2200(H) mm
▪ 소비전력	220V, 3상, 60Hz, 45kW
▪ 냉각수 압력	3~4 kg/cm ²
▪ 냉각수 온도	10~25 °C



그림-1. 플라즈마 건식 세염기

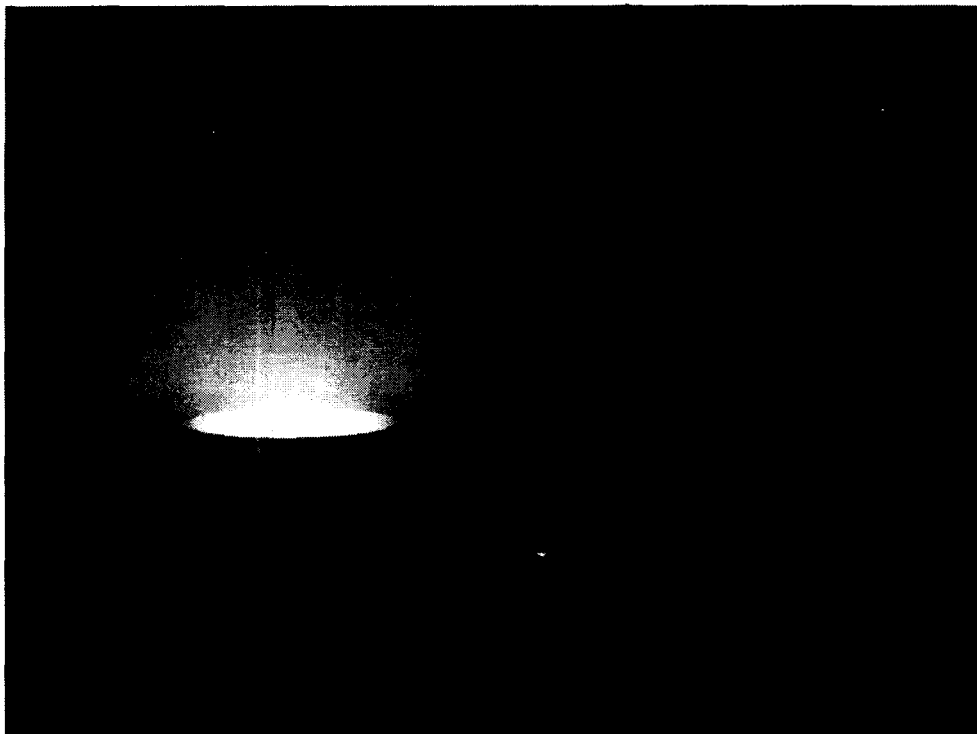


그림-2. 플라즈마 진행 상태