

Pulse Voltammetry를 이용한 금속 수지상 성장 억제에 관한 연구

윤종호*, 김택진*, 김가영*, 안도희*, 김광락*, 심준보*, 정재후*, 백승우*

과학기술연합대학원대학교(UST), 대전광역시 유성구 가정로 217

*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

jhyoan@kaeri.re.kr

1. 서론

전해제련공정은 전해정련 공정 이후 LiCl-KCl 염에 잔류하는 우라늄과 악티나이드 원소들을 액체카드뮴음극(LCC, Liquid Cadmium Cathode)을 이용하여 회수하는 공정이다. 액체카드뮴을 사용하면, 우라늄과 악티나이드 원소들이 전착되는 전위가 매우 가까워 동시에 전착/회수 할 수 있으므로 핵확산 저항성이 큰 장점을 가지고 있다. 그러나 액체 카드뮴 음극을 이용하여 우라늄과 악티나이드 원소들을 회수 할 경우, 액체음극 계면에서 수지상 우라늄이 발생하여 음극도가니 외부로 성장한다. 이때 성장한 우라늄수지상(uranium dendrite)이 고체음극으로 작용하여 우라늄 전착만 계속 진행되며, 다른 악티나이드 원소의 전착/회수를 방해한다. 이러한 현상의 문제를 해결하기 위해 효율적인 액체음극 구조개발을 위한 연구와 실험이 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 액체음극에 일정전류기(galvanostat)를 이용하여 지속시간이 극히 짧은 전류를 주기적으로 흘려주어 금속 수지상의 성장을 억제하는 방법을 개발하고자 하였다. 먼저 상온의 수용액상에서 금속 수지상의 성장특성을 알아보려고 우라늄과 카드뮴대신 아연과 수은을 각각 양극과 음극재료로 사용하였으며, 또한 LiCl-KCl 용융염 대신 ZnSO₄ 수용액을 전해질로 사용하였다.

2. 본론

본 연구를 위하여 제작된 실험 장치는 그림 1과 같으며, 주요 구성품은 투명한 아크릴전해조, 99.5%순도의 아연 양극(anode), 99.9%의 수은 음극(cathode), 직경 1mm의 백금 참조전극(reference)등이다. 음극은 수은(Hg) 254g을 투명 유리로 된 도가니 안에 넣고, 직경1mm 텅스텐 도선을 사용하였다. 전해질로 황산아연(ZnSO₄)

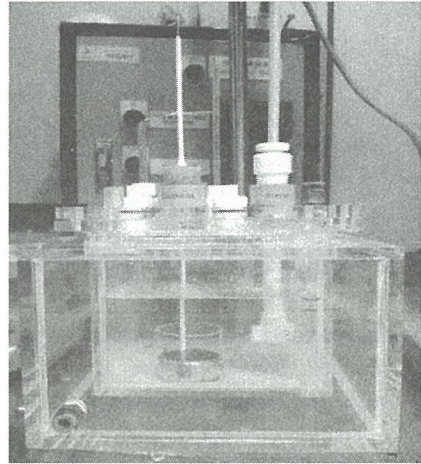


Fig. 1. Experimental apparatus.

1mol을 준비하였으며, 교반기(stirrer)는 실험 중에 100rpm을 유지하도록 하였다. 전극계면에서는 식 (1)의 전극반응이 일어난다.



먼저 일정하게 -1.485A의 전류를 펄스 없이 인가

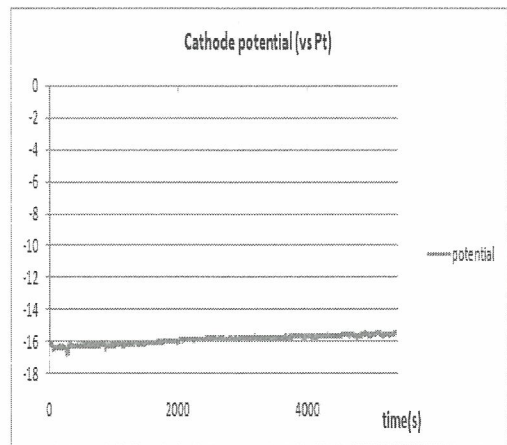


Fig. 2. Cathode potential & time curve without pulse.

하여 전착 실험을 40분 동안 수행 하였으며, 초기 전위는 -16V이었고, 음극전위는 시간이 지날수록 소폭 상승하였다.(그림 2) 전해 후 시간에 따른 액체음극에 전착된 금속 수지상을 확인 한 결과, 그림 3과 같이 액체수은전극 위로 전착되어 성장한 아연 금속 수지상을 확인할 수 있었다.

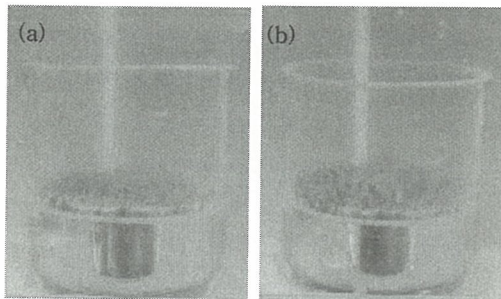


Fig. 3. The deposition of dendritic Zn on liquid mercury cathode without pulse technique after (a) 30mins (b) 40mins.

또한, 그림 4와 같이 5초간 전류를 흘려주지 않은 후 바로 5초간 -1.485A의 전류를 흘려주는 파형의 펄스를 주는 실험을 하였다. 그림 4는 시간에 따른 액체음극의 전위를 나타낸 그래프이며, 그림 5는 시간에 따른 액체음극에 전착된 아연의 형태를 나타낸 것이다. 그림 3과 5를 비교해 보면 펄스를 주었을 때가 주지 않았을 때보다 수지상이 상대적으로 줄어들은 것을 확인 할 수 있었다.

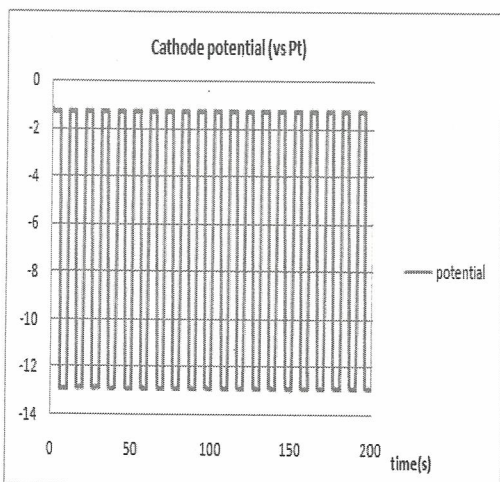


Fig. 4. Cathode potential & time curve with pulse.

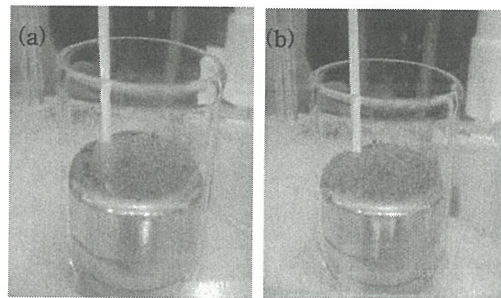


Fig. 5. The deposition of dendritic Zn on liquid mercury cathode with pulse technique after (a) 30mins (b) 40mins.

3. 결론

본 연구는 전해제련 공정시 불규칙한 우라늄수지상(uranium dendrite)을 억제하기위한 연구의 일환으로 LiCl-KCl 용융염대신 ZnSO₄수용액상에서 전류에 펄스(pulse)를 주어 아연의 수지상을 억제하면서 전착 할 수 있는 실험을 하였다. 지속 시간이 극히 짧은 전류를 줌으로서, 수지상 형성이 상대적으로 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 이러한 기술을 이용하여 전해제련 공정에 적용하기 위해서는 본 연구의 기초 전해 실험의 결과를 바탕으로 최적의 펄스파형에 대한 다양한 연구가 앞으로 필요할 것이다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 한국방사성폐기물학회, 2011년 춘계학술발표회 논문요약집, pp.133-134, 2011.