

## SIC shroud를 이용한 양극구조 개발

윤달성, 김택진, 김가영, 김시형, 안도희, 김광락, 심준보, 정재후, 백승우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

[yds0127@kaeri.re.kr](mailto:yds0127@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

전해제련공정은 정련공정 후 LiCl-KCl 염에 잔류하는 우라늄과 악티나이드 원소들을 액체카드뮴음극(LCC, Liquid Cadmium Cathode)을 이용하여 회수하는 공정이다. 액체카드뮴을 음극으로 사용할 경우, 우라늄과 악티나이드 원소를 동시에 회수함으로써 파이로공정의 핵확산 저항성을 입증하는 중요한 공정으로 인식되고 있다. 액체카드뮴음극에 대한 연구는 활발히 진행되고 있으며, 양극의 경우 희생양극과 불활성양극을 전해제련공정에 적용할 수 있다. 우라늄과 같은 희생양극을 사용할 경우 공정중 LiCl-KCl 용융염 내에 U/Pu 비를 유지하는데 어려움이 있기 때문에 본 연구에서는 불활성 양극에 대한 연구를 수행하였다. Glassy carbon과 graphite와 같은 불활성양극을 사용할 경우에는 다음 식(1)과 같이 Cl<sub>2</sub> gas가 발생한다.



따라서 본 연구에서는 전해 공정 중 양극에서 발생하는 Cl<sub>2</sub> gas를 포집하기 위한 양극구조를 개발하였으며, 이에 대해 전기화학적 평가를 수행하였다.

### 2. 실험 및 결과

불활성양극으로 Fig. 1 과 같이 직경 3mm의 graphite 와 glassy carbon을 준비하였으며, 6mm세라믹 tube에 삽입하여 제작하였다. Graphite anode와 glassy carbon anode의 전기화학적 특성을 평가하기 위해 Fig. 2와 같이 CV(Cyclic Voltammogram)실험을 수행하였다. 0 ~ 1V사이에서는 전극표면의 전기화학반응이 없었으며, graphite와 glassy carbon anode 모두 1.2V에서 Cl<sub>2</sub> gas evolution이 시작되었다. Graphite와 glassy carbon의 전극면적이 0.38cm<sup>2</sup>로 같았으나 같은 전위에서 graphite anode에 전류가 크게 흐르는 것을 확인하였다. 이는 일반적으로

graphite의 다공성에 의해 미세 표면적이 glassy carbon 보다 넓기 때문에 생각된다. 또한, Cl<sub>2</sub> gas가 발생하는 동안 glassy carbon anode의 CV curve의 흔들림이 매우 많은 것을 확인하였다. 이는 생성되는 Cl<sub>2</sub> bubble이 전극의 표면장력에 의해 전극표면에 모여 일정 크기 이상이 되어야 떨어지는 것으로 생각된다.

전해제련공정의 불활성 anode에서 발생하는 Cl<sub>2</sub> gas를 효율적으로 포집하기 위하여 Fig. 3과 같이 다공성 SIC 도가니를 제작하였다. SIC도가니의 균열을 대비하여 guide를 설치하였고 전극면적의 극대화를 위해 SIC 도가니 내부에 graphite tube를 채웠다. CV실험에서 Cl<sub>2</sub> + 2e<sup>-</sup> → 2Cl<sup>-</sup>의 환원 peak이 점점 커지는 것을 확인하였고 이는 SIC 도가니 내에 생성되는 Cl<sub>2</sub> gas가 잘 포집 되는 것으로 생각된다. Fig. 4와 같이 -100mA/cm<sup>2</sup>의 정전류 실험에서는 1.42V에서 양극전위가 일정하게 유지되었다. 또한, polarization curve 실험을 수행하였으며, 낮은 전류 밀도에서는 SIC shroud에 의한 overpotential이 미세한 것을 확인하였다.

### 3. 결론

본 연구는 glassy carbon과 graphite의 불활성양극의 전기화학적 특성을 알아보았으며, 이때 발생하는 Cl<sub>2</sub> gas의 포집을 원활히 하기 위해 개발한 SIC도가니에 대한 특성 연구를 수행하였다. CV실험에서는 glassy carbon과 graphite 전극 모두 1.2V에서 Cl<sub>2</sub> gas evolution이 시작되었다. 그러나 graphite의 실제 표면적이 glassy carbon보다 넓어 같은 전위에서 보다 큰 전류가 흘렀으며, graphite의 표면특성에 의해 보다 깨끗한 CV curve 얻을 수 있었다. 불활성 양극을 사용할 경우 공정 중 발생하는 Cl<sub>2</sub> gas를 효율적으로 포집하기 위하여 SIC 도가니를 제작하였으며, SIC shroud에 의한 overpotential이 미세하여 TRU 회수 전해제련공정의 양극으로 사용하는데 적합할 것으로 생각된다.

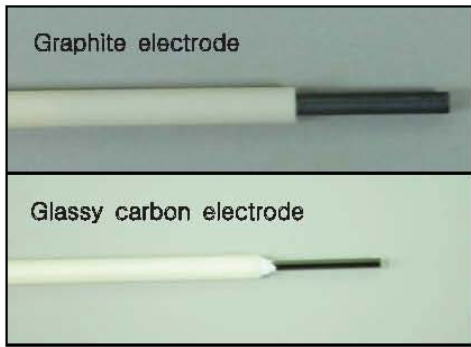


Fig. 1. Graphite and glassy carbon anode.

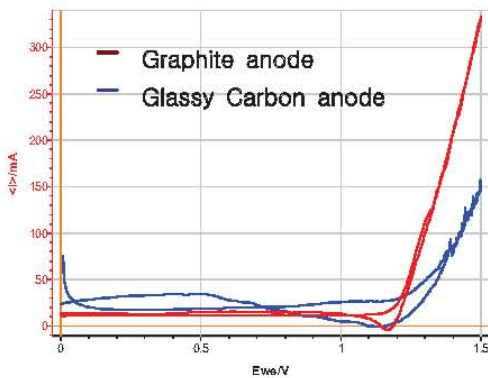


Fig. 2. Anodic CV curve of graphite and glassy carbon electrode in LiCl-KCl-2wt% UCl<sub>3</sub>.



Fig. 3. SIC crucible.

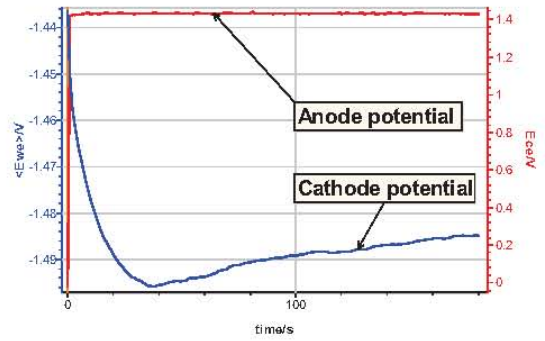


Fig. 4. Anodic and cathodic potentials obtained from electrolysis of UCl<sub>3</sub> in UCl<sub>3</sub>-LiCl-KCl salt.

#### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.

#### 5. 참고문헌

[1] T. Koyama, M. Iijuka, Y. Shoji, R. Fujita, H. Tanaka, T. Kobayashi, M. Tokiwai, J. Nucl. Sci. Technol. 34, 384 (1997).  
 [2] J. J. Laidler, J. E. Battles, W. E. Miller, J. P. Ackerman, E. L. Carles, Progress in Nucl. Energy 31, 131 (1996).