

용융염 LiCl-KCl 내 Bi 이온의 특성 연구

김범규, 한화정, 박병기*

순천향대학교, 충남 아산시 순천향로 22

*byunggi@sch.ac.kr

1. 서론

사용후핵연료에 포함된 장수명 핵종 및 고준위 폐기물은 처분한 후에도 방사성이 높아 오랜 기간 관리가 필요하다. 이에 파이로공정은 방사성 독성 및 부피감소의 목적으로 국내외 많은 연구가 수행 중이다[1]. 액체금속을 이용한 LiCl-KCl/Liquid Metal 액체-액체 추출공정은 란타니드와 악티니드의 분리를 하기 위한 유망한 기술로 분리과정 동안 LiCl-KCl 용질에 있는 양이온 중금속들은 낮은 활동도 계수로 인해 환원추출을 통하여 액체금속상으로 회수된다[2]. 액체금속중 카드뮴에 비해 비스무트는 희토류 원소으로부터 악티니드를 분리하는 높은 능력이 있다고 알려져 있다[3-4].

본 연구에서는 용융염 LiCl-KCl내 존재하는 용해된 비스무스 이온의 특성을 연구하기 위하여 전기화학적 방법 Cyclic Voltammetry을 이용하여 비스무스 이온의 거동을 확인해 보았다.

2. 본론

2.1 실험방법

실험은 산소 및 수분이 1 ppm 이하가 유지되는 아르곤 분위기 하의 Glove Box내에서 수행하였다. Glove Box 하단에 전기로를 이용하여 고온에서 실험할 수 있도록 하였다. 전기화학 측정장치는 Solatron 사의 1470E Cell Test System이다. 전기화학 측정은 LiCl-KCl에 BiCl₃가 첨가된 상태에서 주사속도 0.05 ~ 0.2 V/s에서 주사 전위 범위 Li와 Cl⁻/Cl₂의 구간 -2.5 ~ 1.5 V을 선택하여 Cyclic Voltammetry (이하 CV)를 실시하였다. LiCl-KCl과 BiCl₃ 시약은 Quartz cell에 담아 사용하였다. Working Electrode와 Counter Electrode는 직경 1 mm의 Tungsten wire를 이용하였으며, Reference Electrode는 Ag/AgCl의 AgCl가 1wt%가 첨가된 silver wire를 이용하였다.

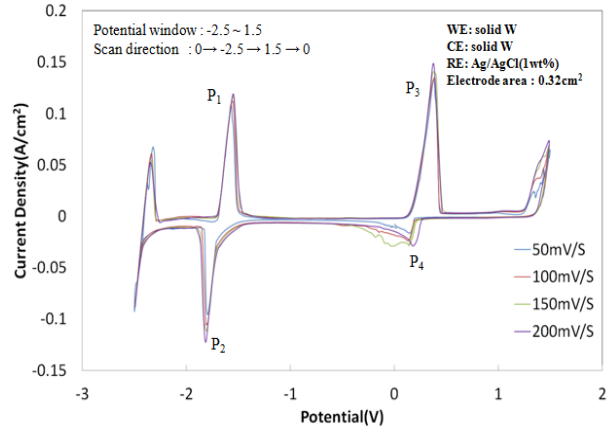


Fig. 1. Results of Cyclic Voltammogram for the redox reaction BiCl₃(1wt%) in molten salt LiCl-KCl at 723K (Scan Rate: 50,100,150,200mV/s).

2.2 실험결과

일정한 전위 범위에서 주사속도를 변화하여 CV를 측정한 결과를 Fig. 1에 도시하였다. 증가한 전위에 따라 -1.65 V 과 0.3 V 두 전위 근방에서 봉우리 전위가 나타났으며 측정된 산화 환원에 대한 전위와 전류의 값을 Table 1에 기재하였다.

Table 1. Cathodic (p1,p2)/Anodic (p3,p4) peak Potential and Current at 723K

Scan rate[V/s]	Potential(V vs Ag/Ag ⁺)			
	P1	P2	P3	P4
0.05	-1.56	-1.79	0.14	0.381
0.1	-1.55	-1.81	0.12	0.38
0.15	-1.54	-1.8	0.13	0.37
0.2	-1.40	-1.82	0.13	0.38
Scan rate[V/s]	Current(A)			
	P1	P2	P3	P4
0.05	0.108	-0.094	0.133	-0.016
0.1	0.111	-0.105	0.134	-0.025
0.15	0.116	-0.111	0.140	-0.028
0.2	0.116	-0.119	0.148	-0.029

Phase Diagram의 Bi-Li System에서 723K에서 $\text{Bi} + 3\text{Li}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_3\text{Bi}$ 과 $\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi}$ 에 대한 금속형성이 나타난다. 산화반응으로 나타난 산화환원 전위 봉우리를 확인해 보면 P1/P2은 $\text{Bi} + 3\text{Li}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_3\text{Bi}$ 에 대한 반응이며 P3/P4는 $\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi}$ 반응이다. 봉우리 전위에 대해 주사 속도에 대하여 선형적인 관계로 가역적임을 알 수 있으며 또한 Fig. 2를 보면 주사속도에 대한 전위, 전류에 대한 주사속도의 제곱근도 일정하게 선형적인 값을 띄므로 이는 가역적인 반응이라 할 수 있다.

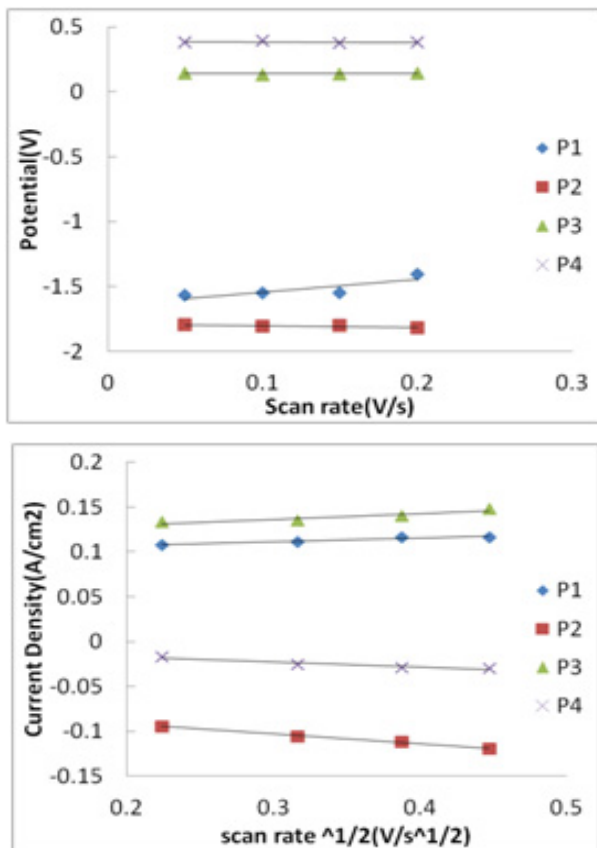


Fig. 2. Dependence of peak potential on scan rate and peak current on square root of sweep rate.

3. 결론

고온 용융염 LiCl-KCl 에 존재하는 Bi 이온의 거동을 확인하기 위해 CV 전기화학적 측정을 수행하였다. 전기화학 측정결과 두개의 산화/환원의 봉우리 전위가 생성되어 전위 봉우리 -1.73 V와 0.3 V에서 $\text{Bi} + 3\text{Li}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_3\text{Bi}$ 에 대한 반응과 $\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi}$ 에 대한 반응이 일어나 LiCl-KCl에 Li_3Bi 와 Bi 가 함께 존재함을 알 수 있었다.

4. 감사의 글

이 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 통한 원자력선진기술연구센터 사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] P. Soucek, R. Malmbeck, C. Nourry, and J. P. Glatz, Asian Nuclear Prospects 2010,7, 396 (2011).
- [2] K. Kinoshita, T. Inoue, S. P. Fusselman, D. L. Grimmett, J. J. Roy, R. L. Gay, C. L. Krueger, C. R. Nabelek, and T. S. Storvick, Journal of Nuclear Science and Technology, 36, 189 (1999).
- [3] Kurata, M., Y. Sakamura, and T. Inoue. "Pyrometallurgical partitioning of minor actinides and lanthanides in LiCl-KCl eutectic molten salt/liquid metal system." THIRD INTERNATIONAL INFORMATION EXCHANGE MEETING. 1995.
- [4] K. Uozumi, Y. Sakamura, K. Kinoshita, T. Hijikata, T. Inoue, T. Koyama, Development of Pyropartitioning Process to Recover Minor Actinide Elements from High Level Liquid Waste, Volume 7, 2011, Pages 437-443, Asian Nuclear Prospects 2010.