

KCl-KF-KBF₄계용융염을 리용하는 붕소제조용 전기분해장치의 몇가지 특성

김주혁, 김승철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

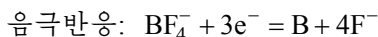
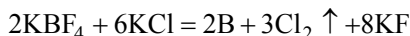
《현시기 과학기술을 발전시키는데서 나서는 중요한 문제는 무엇보다도 원료와 연료, 동력문제를 해결하기 위한 과학기술적문제를 푸는것입니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 134페이지)

붕소를 제조하기 위한 한가지 방법은 KCl-KF-KBF₄ 등의 용융염을 전기분해하는것이다.[1-3] 그러나 붕소제조용전기분해장치의 특성에 대한 구체적인 자료는 알려져있지 않다.

론문에서는 우리가 제작한 붕소제조용전기분해장치에서 전기분해시간에 따르는 전류세기변화를 고찰하고 최대전류효율에 미치는 전류밀도를 결정하였다.

실험 방법

KCl-KF-KBF₄용융염의 전기분해 KCl과 KBF₄, KF의 혼합물(질량비 70 : 18 : 12[2, 3]) 60.65g을 100℃에서 2h동안 건조시킨 다음 전기분해장치(그림 1)의 전해조에 넣고 그것을 불수강통안에 넣었다. 그리고 불수강통내부로 아르곤기체를 0.2L/h의 류량으로 주입하면서 가열로에 전원을 공급하였다. KCl-KF-KBF₄용융염의 전기분해온도는 780℃이고 전기분해전압은 5V이다.[1] 전해조온도를 780℃로 높인 다음 용융된 혼합물(용융염)속에 음극을 설치하고 전해조에 5V의 직류전원을 공급하여 전기분해를 시작하였다. 전기분해는 용융염속에 잠긴 음극의 결면적이 2.5cm²인 상태에서 2.5h동안 진행하였다. 이때 진행되는 반응은 다음과 같다.



붕소의 분리 전기분해를 진행한 다음 전원을 차단한 후 석출된 붕소가 부착되어있는 음극을 들어올리었다. 그리고 붕소의 산화를 방지하기 위하여 음극을 신속하게 NaCl속에 잠그고 방온도까지랭각시킨 다음 음극에서 분리한 붕소에 섞여있는 NaCl을 물로 씻어내어 제거하였다. 얻어진 붕소를 10% 염산과 물로 씻어낸 다음 메틸알콜로 씻고 60℃에서 6h동안

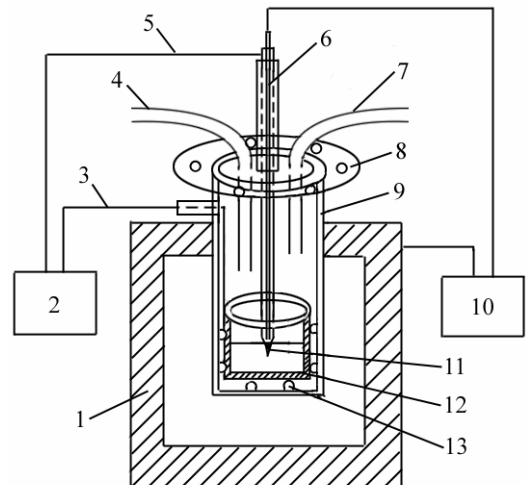


그림 1. 붕소제조용전기분해장치의 구성도
1-가열로, 2-직류안정전원, 3-양극선, 4-아르곤 주입구, 5-음극선, 6-Pt-Rh열전대, 7-아르곤배출구, 8-후란지, 9-불수강통, 10-자동온도조절기, 11-음극(오스테니트급불수강), 12-전해조(흑연), 13-알루미늄판

건조시켰다.

전류효율의 결정 전류효율 $\eta(\%)$ 는 다음식으로 계산하였다.

$$\eta = 100m/m_0$$

여기서 m 은 전기분해로 생성된 붕소의 질량(g), m_0 은 파라데이법칙에 따라 계산한 이론적인 붕소생성량(g)이다.

실험결과 및 해석

전기분해에 미치는 전류세기의 영향 전기분해시간에 따르는 전류세기의 변화는 그림 2와 같다.

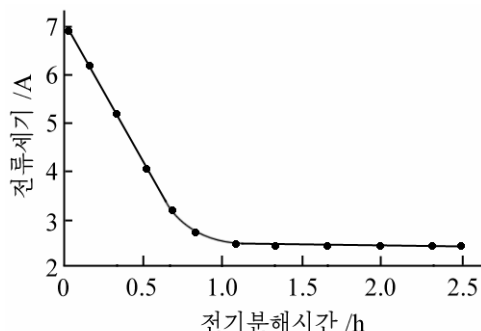


그림 2. 전기분해시간에 따르는 전류세기의 변화

전류효율에 미치는 음극전류밀도의 영향 음극전류밀도에 따르는 전류효율의 변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 전해조의 전류효율은 음극전류밀도가 증가함에 따라 급격히 증가한 후 다시 서서히 감소한다. 음극전류밀도가 증가함에 따라 초기에 전류효율이 증가하는것은 기체발생량이 증가하면서 용융염이 교란되는 결과로 확산층의 두께가 감소되기때문이다. 그리고 음극전류밀도가 일정한 값을 초과한 다음부터 전류효율이 다시 서서히 감소하는것은 지나친 기체발생으로 인하여 붕소가 BF_3 형태로 증발손실되는것과 함께 음극에 석출되었던 붕소가 다시 용융염속으로 탈리되기때문이다. 그러므로 최대전류효율에 도달하는 전류밀도는 $0.8 \sim 1.1 \text{ A/cm}^2$ 이다.

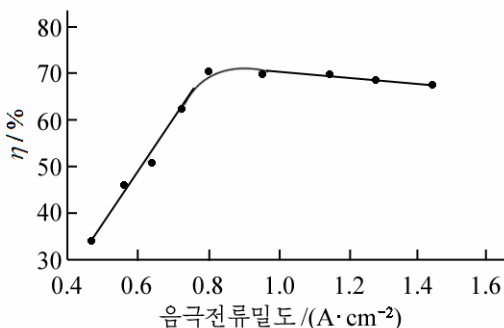


그림 3. 음극전류밀도에 따르는 전류효율의 변화

제조된 붕소의 순도를 알카리적정법[2]으로 결정하는데 의하면 98.5%이다.

맺는 말

우리가 제작한 붕소제조용전기분해장치는 1h동안의 과도기를 거친 후에 안정한 전기분해상태에 도달하며 붕소제조에 적합한 전류밀도는 $0.8 \sim 1.1 \text{ A/cm}^2$ 이다.

KCl-KF-KBF₄계용융염의 전기분해로 제조된 붕소의 순도는 98.5%이다.

참 고 문 헌

- [1] Rahul Pal et al.; Journal of the Electrochemical Society, **159**, 6, 157, 2012.
- [2] Rahul Pal et al.; Electrochimica Acta, **61**, 165, 2012.
- [3] Rahul Pal et al.; Portugaliae Electrochimica Acta, **32**, 6, 405, 2014.

주체107(2018)년 4월 5일 원고접수

Some Characteristics of Electrolysis Equipment for Preparation of Boron Using KCl-KF-KBF₄ System Molten Salt

Kim Ju Hyok, Kim Sung Chol

We manufactured an electrolysis equipment for preparation of boron and considered its characteristics. This equipment reaches the stable electrolysis state after going through the transition period for 1h. The suitable electric current density is $0.8 \sim 1.1 \text{ A/cm}^2$.

The purity of boron prepared by electrolysis of KCl-KF-KBF₄ system molten salt is 98.5%.

Key words: boron, electrolysis equipment