

고온용융염계에서 전해환원 반응에 의한 니오븀 금속분말의 제조

이일우, 유희용, 정상문, 서중석
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
 (smicong@kaeri.re.kr)

니오븀 금속은 초합금 제조 및 초전도체 제조분야에서 널리 사용되고 있다. NbTi와 Nb₃Sn과 같은 니오븀합금은 초전도체 물질로 각광받고 있다. 현재 가장 널리 사용되는 니오븀 제조방법은 Aluminothermic 공정이다. 이 기술은 고온에서 Nb₂O₅와 금속 환원제인 Al의 직접적인 접촉을 통해 니오븀 금속을 제조한다. 그러나 이와 같은 고온 화학반응은 경제적, 환경친화적 및 공정의 단순성 측면에서 단점을 지니고 있다.

최근 금속분말 제조를 위한 신기술로써 CaCl₂-NaCl, CaCl 및 LiCl 등의 용융염을 이용하여 금속산화물로부터 해당 금속을 제조하는 연구가 진행되고 있다. 이 기술은 용융염 내에서 금속산화물의 격자산소를 전기화학적으로 제거하는 방법으로써 경제적이고 환경친화적으로 고순도의 금속분말을 제조할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 LiCl-Li₂O 용융염계에서 Nb₂O₅의 전해환원반응을 통해 고순도 Nb 금속분말을 제조하였다.

본 연구에서의 전해환원 반응은 LiCl 과 Li₂O 의 분해 전위차 (LiCl: -3.46 V, Li₂O: -2.47)에 근거한다. 각 분해전위의 중간 전위에서는 LiCl-Li₂O 용융계에서 Li₂O의 선택적 전해반응을 통해 환원전극에서는 Li가 생성되며, 산화전극에서는 O₂가 생성되어 가스상으로 방출된다. 환원전극내의 Li금속은 일체형 환원전극내의 Nb₂O₅와 반응하여 니오븀 금속과 Li₂O를 생성하게 된다. 본 연구에서 니오븀 금속 분말을 제조하기 위해 대시간전위차법 (chronopotentiometry)을 이용하였다. 반응동안 생성되는 중간생성물은 LiNbO₃ 와 LiNb₃O₈과 같은 Li-Nb 산화물로 밝혀졌다. 생성된 니오븀 금속분말의 분석을 통해 이론치의 약 1.5배의 전하량을 공급하면 Nb₂O₅가 니오븀 금속으로 완전히 전환되는 것이 밝혀졌다. 이 결과는 LiCl-Li₂O 용융염을 이용한 전해환원 반응은 고순도 Nb 금속제조를 위한 효과적인 공정인 것을 제안한다.