

## BFB2

### 용융탄산염 연료전지 구성요소의 실험 후 분석

#### Post-test analysis of components for molten carbonate fuel cell

황정태, 문길호, 장길홍, 타니모토\*, 미야자키\*

한국중공업 기술연구원 환경기술연구소, \*오사카공업기술연구소 연료전지연구소

용융탄산염 연료전지(MCFC)에서 4만 시간의 운전목표를 달성하기 위해서는 구성요소의 장수명화가 필수적이다. 본 연구에서는 장시간 운전동안의 전지 성능 감소 원인을 알아내기 위해, 전지 구성 요소인 애노드, 캐소드와 매트릭스, 전해질을 실험 전, 후 분석하였다.

사용된 애노드는 니켈-알루미늄 전극으로서, 3~4 $\mu\text{m}$  크기의 니켈분말(INCO 제품)과 약 0.1 $\mu\text{m}$  크기의 알루미늄 분말(NILACO 제품)과 바인더 등을 사용하여(알루미늄 함량: 3wt%) 애노드 그린시트를 제작하였다. 이 그린시트를 수소/질소 또는 수소/아르곤 분위기에서 1000 $^{\circ}\text{C}$ , 1시간동안 소결하여 전극으로 사용하였다. 캐소드는 리튬화된 니켈 산화물 전극이었다. 전해질은 혼합 탄산염( $\text{Li}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3=62/38\text{mol}\%$ )이었고, 전해질 매트릭스는  $\gamma$ - $\text{LiAlO}_2$ (스미토모 화학 제품)이었다. 운전조건은 운전온도 650 $^{\circ}\text{C}$ , 운전압력 1기압, 전류밀도 150mA/cm<sup>2</sup>, 가스이용율 각 40%이었다. 운전 후 전지를 해체하고, ICP, XRD, Hg Porosimeter, SEM, EDAX 등으로 실험 후의 요소를 분석하였다.

수소/질소 가스 분위기에서 제조된 니켈-알루미늄 애노드에서는 합금알루미늄과 산화알루미늄 뿐 아니라 질화알루미늄이 생성되어 있었으며, 이 질화알루미늄이 니켈과 알루미늄의 합금을 방해하여 약 0.7wt%의 알루미늄만이 니켈과 합금되어 있는 것으로 분석되었다. 애노드 제조시 사용된 가스분위기를 수소/아르곤으로 바꿔 질화알루미늄의 생성을 없앤 결과, 니켈과 알루미늄의 합금량이 기존의 것에 비해 2배 이상 증대되었으며, 전지운전 동안 내크립성도 더 뛰어난 것을 알 수 있었다. 전지운전동안 애노드의 알루미늄과 알루미늄 화합물들은 급격히  $\alpha$ - $\text{LiAlO}_2$ 로 변화하였다. 실험 후 애노드의 분석을 통해, 니켈입자 위에 잘 분산되어 있는 미세한  $\alpha$ - $\text{LiAlO}_2$  입자가 니켈원자의 확산을 억제시키는 역할을 한다고 판단되었다. 캐소드에서 니켈입자의 크기는 전지운전시간에 따라 증가하였으며, 리튬함량은 거의 변화가 없었다. 또한 캐소드에서의 니켈 용해 속도는 전지운전시간에 정비례하여 증가한다고 생각되었다. 전해질 매트릭스의 경우는, 전지운전시간에 따라 두께의 감소를 보이며, 직경 약 1 $\mu\text{m}$  이상의 기공이 계속 증가함을 관찰하였다. 또한 연료극측의  $\text{LiAlO}_2$  입자크기가 매우 증가함을 보았는데, 이는  $\text{LiAlO}_2$ 가 환원분위기에서  $\alpha$ 상에서  $\gamma$ 상으로 상변화한 것에 기인한 것이었다. 본 연구를 통해 좀더 뛰어난 내크립성을 갖는 애노드를 제조할 수 있었으며, 장기운전에 따른 성능감소의 원인에 대해 고찰하였다.