

분무열분해법에 의해 제조된 나노 크기의 가돌륨이 도핑된 세리아 Gadolinium doped ceria particles with nano-size prepared by spray pyrolysis

강희상, 강윤찬*, 정경열*, 박희동*, 박승빈
한국과학기술원, *한국화학연구원
(yckang@kriect.re.kr)

1. 서 론

고체산화물형 연료전지(SOFC)는 고효율로 깨끗한 발전시스템이고 차세대 에너지변환 디바이스로서 기대되고 있다. 현재 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ)가 SOFC의 전해질로서 많은 연구가 행하여지고 있다. 그러나 산소이온의 확산속도를 증가시키기 위해서는 약 1000℃에서 작동되기 때문에 전지 구성재료의 제약을 받아 비용 및 신뢰성에 있어서 많은 문제를 가지고 있다. SOFC의 작동온도를 700℃이하의 저온으로 하는 일이 가능하게 되면 전지 구성재료로서 철 등의 저렴한 합금재료를 이용할 수 있어 더욱이 장치설계가 보다 용이하고 신뢰성도 크게 향상될 것으로 기대된다.

희토류 금속이 도핑된 세리아(RDC)는 YSZ보다 낮은 온도에서 작동이 가능하며 이온 선택성이 높아 SOFC의 작동온도를 낮추기 위한 전해질 재료로 연구되어지고 있다. 고효율, 고출력밀도를 가지는 SOFC를 위해서는 100 나노 전후 크기의 치밀한 고체전해질 제작기술이 필요하나 세라믹 분말 제조과정중 하나인 분무열분해 공정에 의해 제조된 RDC 입자는 속이 빈 형태의 수 마이크로 크기로 밀링공정을 거치더라도 나노 크기의 RDC 입자를 얻기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 분무용액내 유기 첨가물을 첨가하여 열분해 과정에서 유기 첨가물이 분해에 의해 나오는 가스에 의해 매우 속이 비거나 다공성인 형태를 가지도록 유도하여 수십~수백 나노 크기의 가돌륨이 도핑된 세리아(GDC) 분말을 제조하였다.

2. 실험 방법

분무 용액은 $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 를 증류수에 녹여 사용하였으며 분무용액의 총농도는 0.2M~3M까지 변화시켰다. 유기 첨가물로는 구연산과 에틸렌 글리콜을 사용하였으며 이들의 농도는 0.01M~2M까지 변화시켰다.

분무열분해 장치는 액적을 분무시키기 위하여 진동자를 6개를 가진 초음파 액적 발생 장치를 사용하였다. 액적이 건조되고 열분해 되는 가열부는 전기로를 사용하였으며 온도를 900℃로 유지시켰다. 운반기체로는 압축공기를 분당 45L씩 보내주었다. 이때 액적 및 분말의 반응기내 체류 시간은 0.6초였다. 분말은 테프론 재질의 여과포를 이용한 필터를 사용하여 회수하였다.

분무열분해법에서 얻어진 GDC 입자들은 결정성 향상 및 잔존하는 유기물을 제거하기 위해 박스형 전기로에서 500~1200℃에서 3~10시간동안 후열처리를 하였다. 후열처리 후의 입자의 결정성 및 형태는 XRD (X-ray Diffractometry), SEM (Scanning Electron Microscopy), TEM (Transmission Electron Microscopy), PSA (Particle Size Analysis)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 토론

유기 첨가물로 에틸렌 글리콜을 사용하여 분무열분해 공정에 의해 제조된 GDC 입자의 경우 속이 빈 형태의 입자로 이를 후열처리 한 경우 구형의 형상이 사라지고 재결정화가 일어나면서 나노 분말이 됨을 확인할 수 있었다.