

알칼리 연료전지 단전지의 수학적 모델링 A Mathematical Modeling of AFC Single Cell

조장호, 이성철
한양대학교 화학공학과

AFC(Alkaline Fuel Cell)은 지금 까지도 성능과 안정성이 가장 우수한, 그리고 가장 발전된 형태의 연료전지이다. 그러한 이유로 해서 현재도 미국에서는 AFC를 우주 왕복선 및 잠수함의 전원으로 사용하고 있으며, 계속해서 AFC의 성능을 향상시키고 있다.

연료전지의 모델링은 주로 한쪽 전극을 대상으로 이루어져 왔으며, 아직까지도 single cell을 대상으로 하는 모델링은 매우 드물다. 그것은 single cell이 최소한 3 layer 이상으로만 표현이 가능하기 때문인데, 일반적으로 multi-layer 시스템은 그 풀이에 있어 수학적 어려움을 동반한다. 그럼에도 불구하고, single cell 모델링은 전극 모델링과는 달리 한 layer 또는 한 전극의 변화가 single cell 전체의 성능에 미치는 영향을 알아볼 수 있다는 큰 장점이 있어 전극 모델링 보다 그 응용과 유용성에 있어서 매우 유리하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 NASA의 우주왕복선의 전원으로 쓰이고 있는 IFC사의 Orbiter Fuel Cell(PC-17C)을 기본 모델로 삼고 전산모사를 수행하였다. single cell는 2개의 기체확산층, 2개의 촉매층 그리고 1개의 separator layer등 모두 5개 layer로 이루어진 것으로 보았으며, AFC single cell 내에서 일어나는 대부분의 물리적 현상들이 고려되었다. 단, 본 모델은 1차원, 등온모델이다.

본 연구에서 개발된 수학적 모델은 모두 11개의 변수, 25개의 지배방정식, 38개의 경계조건으로 이루어져있으며, 이 방정식들의 풀이를 위해 Newman의 BAND(J) 알고리즘이 사용되었다.

본 연구를 통해 실험치와 잘 일치하는 전산모사 결과가 얻어졌다. 또한, base case에서의 분극곡선과, 전해질 농도 및 반응기체 분압과 같은 여러 변수들의 분포 등이 얻어지고 분석되었다.