

## 용융탄산염연료전지에서의 고온기체밀폐에 대한 연구

류금식, 김지성, 리춘혁

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리 나라의 풍부한 동력자원에 의거하는 전력생산기지들을 대대적으로 일떠세워야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 50페이지)

우리 나라의 풍부한 동력자원에 의거하는 전력생산기지들을 대대적으로 일떠세우는 데서 용융탄산염연료전지의 개발은 매우 중요한 의의를 가진다.

용융탄산염연료전지는 석탄가스를 연료로 리용하는 연료전지로서 화력발전소에 비해 높은 발전효율을 보장할수 있고 이동식으로서 임의의 장소에서 리용할수 있는 발전장치이며 축매로 값비싼 귀금속을 요구하지 않아 그 생산원가가 낮다.

용융탄산염연료전지개발에서 중요한 문제의 하나는 고온에서의 기체밀폐문제이다.

고온에서의 기체밀폐문제와 관련하여 많은 연구[1-4]들이 진행되였지만 조작이 까다롭고 리용하는 재료의 합성과 그 특성에 대한 구체적인 자료도 없으며 그 가격이 비싸다.

우리는 용융탄산염연료전지를 개발하는데서 중요한 문제의 하나로 제기되는 고온에서의 기체밀폐문제를 해결하기 위한 연구를 하였다.

### 1. 이론적고찰

고온, 고압에서 동작하는 용융탄산염연료전지의 구조에서 중요한것은 기체루출문제를 간소화할수 있도록 설계하는것이다.

선행연구자들이 제기한 전지구조에서의 기체루출문제를 해결하기 위해 우리는 불수강속에서 전해질지지체는 전극을, 전극은 기체통로를 덮을수 있도록 설계하였다. 새롭게 제기한 전지구조모형은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보느바와 같이 새롭게 제기한 전지구조에서는 반응기체가 흐르는 기체통로는 기체와 용융상태의 탄산염전해질, 전극축매가 공존하는 전극에 의해 덮여있고 전극은 용융상태의 탄산염전해질과 그 지지체가 공존하는 전해질지지체에 의해 감싸여있으며 전해질지지체의 변두리는 다공성운모박막으로 둘러싸여있다. 기체와 용융상태의 탄산염전해질, 전극축매가 공존하는 전극에는 반응기체가 공급되는 통로가 있으므로 일정한 정도의 기체루출을 생각할수 있다.

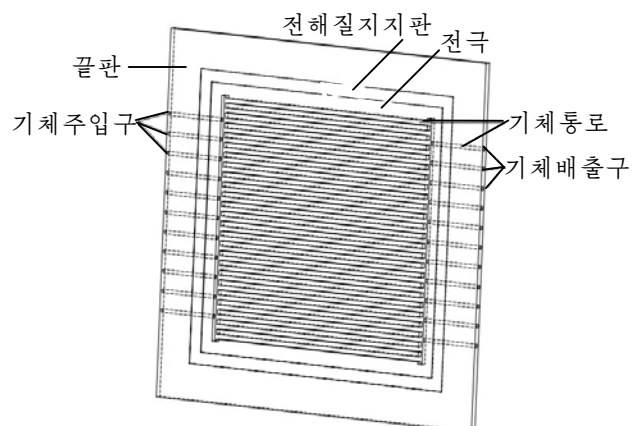


그림 1. 새롭게 제기한 전지구조모형

그러나 그 전극을 덮은 전해질지지체에는 용융상태의 탄산염이 짙게 들어차있으므로 전극에서 루출되는 기체가 새어나가기 힘들다. 한편 전해질지지체는 탄산염에 의한 부식에 견딜수 있는 운모박막으로 둘러싸여있으므로 용융상태의 탄산염이 전지밖으로 흘러나가기 힘들것이다. 따라서 새롭게 제기한 전지구조에서는 끝판과 기체흐름판사이 그리고 기체흐름판과 전극사이, 전극과 전해질지지판사이의 밀폐문제를 어렵지 않게 해결할수 있다.

## 2. 실험 방법

고온기밀재료는 다음과 같이 만들었다.

화학적안정성과 단열성이 좋은 운모를 용융탄산염연료전지에서 전극들사이의 반응기체의 호상섞임을 막기 위한 기밀재료로 리용하기 위하여 운모를 린산과 물유리로 처리한 다음 용융탄산염연료전지의 동작온도(650~700℃)에서 열처리하고 40 $\mu$ m이하의 크기로 미립화하였다. 그리고 PVA를 접결제로 하여 박막화하였다.

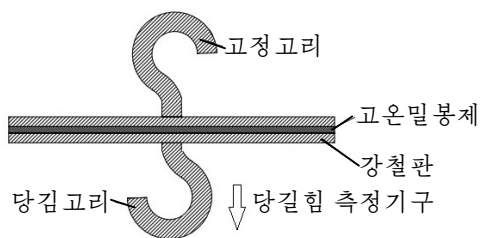


그림 2. 접착세기 측정장치

이 박막을 두 강철판사이에 넣고 열처리한 후 그 접착세기를 그림 2와 같은 장치로 측정하였다. 그림 2와 같이 일정한 크기의 자름면적을 가지는 두 철판사이에 재료를 끼우고 짐을 걸어주면 두 강철판이 분리되는데 그 분리되는 정도는 걸어준 짐의 무게와 재료의 종류, 열처리조건에 따라 달라진다.

## 3. 실험결과 및 고찰

두 강철판을 분리하는데 가해진 단위면적당 짐의 질량을 재료의 접착세기로 정의하고 그에 미치는 재료의 종류와 열처리조건의 영향을 보면 표 1과 같다.

표 1. 상온과 650℃에서 처리한 경우의 접착세기(kg/cm<sup>2</sup>)

재료의 종류	상온에서 처리한 경우	650℃에서 처리한 경우
석면박막	0	0
린산처리한 운모반죽물	5	3
린산처리한 운모박막	0	3
물유리처리한 운모반죽물	1	2
물유리처리한 운모박막	0	1

표 1에서 보는바와 같이 린산처리한 운모반죽물의 접착세기가 가장 크며 650℃의 열처리한 후에도 그 접착세기는 그리 크게 변하지 않는다. 다시말하여 린산처리한 반죽물을 용융탄산염연료전지의 밀봉제로 리용하면 부분품들의 접착성도 보장할수 있고 용융상태 탄산염의 전지밖으로의 루출문제도 해결할수 있을것이다.

한편 그림 3과 같은 장치에서 기밀재료를 바른 철판( $\phi=60$ mm)으로 기체구멍( $\phi=10$ mm)을 막는 방법으로 장치를 조립하고 기체압력을 조성하였을 때 시간에 따르는 기체압력의 변화를 측정하여 재료의 기체밀폐성을 평가하였다.

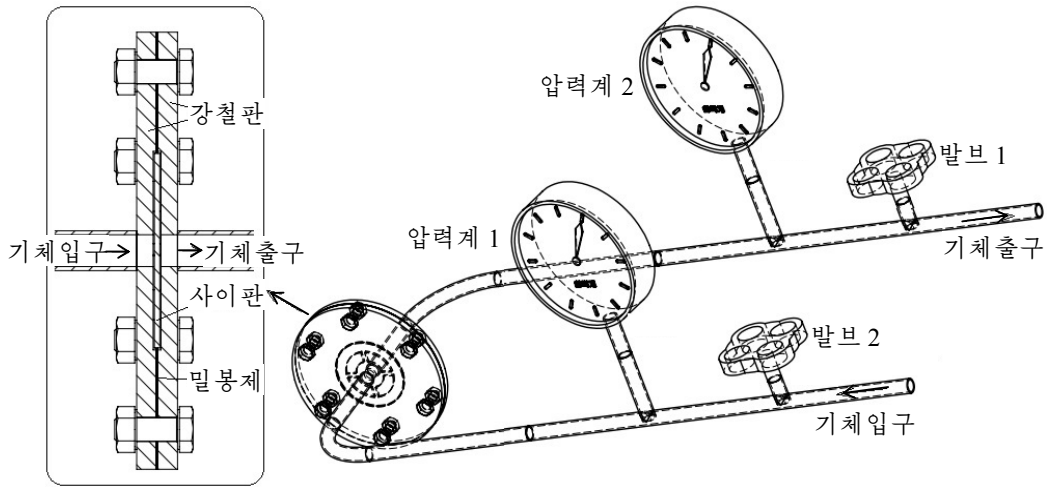


그림 3. 기체밀폐성측정장치

몇가지 재료에서의 시간에 따르는 기체압력의 변화를 보면 표 2와 같다.

표 2. 몇가지 재료에서의 시간에 따르는 기체압력의 변화

재료의 종류	시간/h			
	0	1	2	3
석면박막	5	4.8	4.6	4.4
린산처리한 운모반죽물	5	4.9	4.8	4.6
린산처리한 운모박막	5	4.9	4.8	4.7
물유리처리한 운모반죽물	5	4.8	4.6	4.4
물유리처리한 운모박막	5	4.8	4.6	4.5

표 2에서 보는바와 같이 장치에 조성한 기체압력은 시간에 따라 거의 변하지 않는데 특히 린산처리한 운모박막의 경우에 그 변화는 거의 없다. 이것은 우리가 선택한 재료를 밀봉제로 리용하면 기체투출문제를 해결할수 있다는것을 보여준다. 이로부터 운모를 바탕 재료로 하는 박막을 용융탄산염연료전지의 기밀재료로 리용할수 있다.

## 맺는 말

린산과 물유리로 처리하고 650~700℃의 온도에서 열처리한 분말과 PVA점결제로 만든 운모박막은 용융탄산염연료전지의 기밀재료의 특성을 가진다.

## 참고 문헌

- [1] Guoxing Line et al.; Int. J. Electrochem. Sci., 7, 3420, 2012.
- [2] Pengjie Wang et al.; Int. J. Hydrogen Energy, 8, 6503, 2013.
- [3] Prathak Jienkulsawad et al.; Chemical Engineering Transactions, 43, 2191, 2015.
- [4] Bahamin Bazoooyar et al.; Iranian Journal of Hydrogen & Fuel Cell, 4, 241, 2015.

## **On the Gas Seal of MCFC in High Temperature**

*Ryu Kum Sik, Kim Ji Song and Ri Chun Hyok*

The mica membrane made by PVA binder and powder heated at  $650 \sim 700^{\circ}\text{C}$  after treating with phosphoric acid and sodium silicate shows the characteristics of sealing material in MCFC.

Key words: molten carbonate fuel cell(MCFC), gas seal