

## 양이온교환막형수소연료전지용 막전극제조에 미치는 몇가지 인자들의 영향

김덕성, 김영전

현재 세계적으로 새 에너지를 개발하는데서 수소에너지를 기본대상으로 규정하고 있으며 여기서 중요한 문제는 수소연료전지를 개발리용하는것이다.

수소연료전지로는 수kW~수MW의 발전소가 건설되고있으며 가정용전원뿐아니라 전기자동차나 기관차의 동력으로, 항공운수와 잠수함, 해저로보트의 전원 등으로 널리 리용되고있다.[1, 2]

우리는 양이온교환막형수소연료전지의 막전극(MEA)제조에 미치는 탄소종이겔면처리 효과와 폴리사불화에틸렌(PTFE)함량의 영향을 고찰하였다.

### 실험 방법

시약으로는 Pt/C촉매(Pt함량 37질량%, 평균크기 5.7nm), 활성탄 《Vulcan XC-72》(립도 30nm, 비표면적 254m<sup>2</sup>/g), 무수에틸알콜, 《Nafion 5112》현탁액, 60% 폴리사불화에틸렌현탁액, 《Nafion 1035》양이온교환막, 탄소섬유종이(두께 178μm), 디메틸실록산계규소고무, 기구로는 진공건조로(《LP-403》), 소결로(《KMD》), 가열체가 달린 100t유압프레스를 리용하였다.

탄소종이겔면처리 약간의 PTFE결착제를 섞은 알콜용액을 활성탄과 1 : 1 되게 혼합한 다음 탄소종이우에 도포하여 정평처리한다.

기체확산층제조[2] 확산층내부에 소수성을 가진 반응기체통로와 생성물의 흐름통로를 형성시키기 위하여 정평한(정평하지 않은) 탄소종이에 5질량%의 폴리사불화에틸렌현탁액을 여러번 함침하여 PTFE함량이 각각 10, 20, 30, 40질량% 되게 한 다음 340℃에서 열처리한다.

기체확산전극만들기 선행연구[1]에서와 같은 방법으로 만든 Pt/C촉매를 《Nafion 5112》현탁액에 분산시키고 기체확산층에 균일도포하여 촉매층을 형성시킨 다음 60℃에서 건조시킨다. 전극의 유효면적은 5.30cm<sup>2</sup>(2cm×2.65cm)이며 Pt함량은 정평한 경우 0.8mg/cm<sup>2</sup>, 정평하지 않은 경우 1.2mg/cm<sup>2</sup>이다.

막전극제조[4, 5] 2개의 기체확산전극사이에 양이온교환막을 끼우고 150℃, 12MPa에서 1.5~2.0min동안 열압착한다. 얻어진 막전극을 상대습도가 70%이상 되는 곳에서 보관한다.

막전극의 특성검토 연료전지막전극의 특성은 단전지실험장치에서 검토하였다.

수소압력은 0.1MPa, 산소압력은 0.15MPa로 보장하고 수소류량과 산소류량은 류량계로 조절한다.

전류를 0.3A간격으로 증가시키고 연료전지의 온도를 60~80℃로, 단전지전압을 0.6V로 조절하면서 막전극의 특성을 검토하였다.

## 실험결과 및 고찰

정평처리의 영향 PTFE함량이 20질량%인 막전극을 80℃에서 동작시킬 때 연료전지의 방전특성에 미치는 정평처리의 영향은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 정평처리하지 않은 경우 0.6V에서 전류밀도가 500mA/cm<sup>2</sup>이지만 정평처리한 경우에는 1.010mA/cm<sup>2</sup>로서 훨씬 높다. 정평처리하지 않은 경우 고르롭지 못한 결면을 가진 탄소종이에 촉매를 직접 입히므로 백금립자가 양이온교환막과 탄소종이의 경계면에 배열되지 못하고 탄소종이속으로 들어가 자기의 활성을 원만히 나타내지 못하여 촉매소비량이 많아지고 전류밀도가 낮아진다.

탄소종이를 정평처리하면 그우에 도포되는 Pt/C촉매층은 얇은 균일촉매층으로 형성되어 생성물의 배출이 쉽고 기체확산저항과 음손실을 줄이고 출력을 더 높일수 있다. 즉 정평처리하면 보다 적은 량의 백금으로 높은 방전전류밀도를 가진 수소연료전지를 만들수 있다.

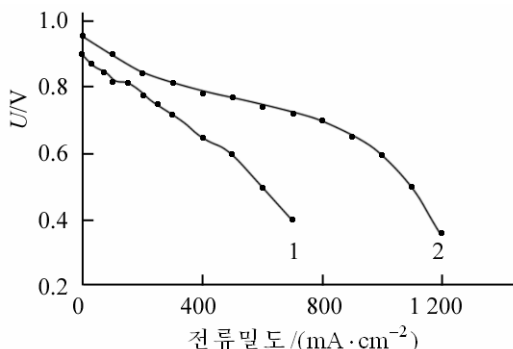


그림 1. 연료전지의 방전특성에 미치는 정평처리의 영향

1—정평처리하지 않은 경우, 2—정평처리한 경우

PTFE함량의 영향 PTFE는 연료전지의 기체확산층에서 반응생성물인 물을 제거하기 위하여 리용되는데 PTFE함량에 따라 전류밀도가 달라진다. PTFE함량에 따르는 연료전지의 방전특성은 그림 2와 같다.

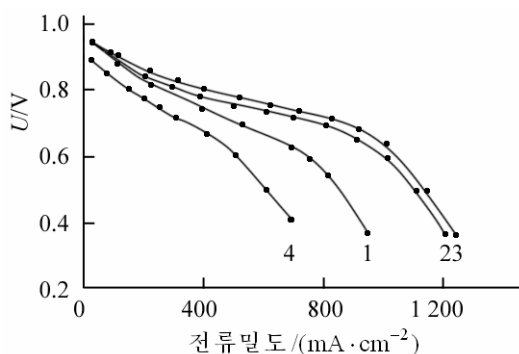


그림 2. PTFE함량에 따르는 연료전지의 방전특성

1—4는 PTFE함량이 각각 10, 20, 30, 40질량%인 경우 하다.

PTFE의 함량이 각각 10, 30질량%일 때 기체확산층의 SEM사진은 그림 3과 같다.

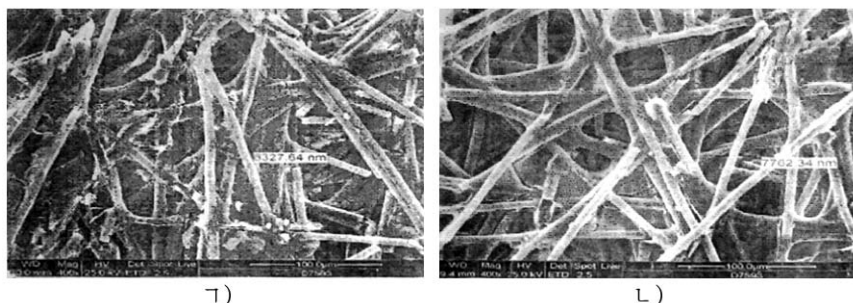


그림 3. PTFE함량이 각각 10질량%(A), 30질량%(B)일 때 기체확산층의 SEM사진

그림 3에서 보는바와 같이 PTFE함량이 10질량%일 때 기체확산층은 그 골격을 이루는 탄소섬유들사이의 접촉력이 약하여 취성을 가진다. 그러나 PTFE함량이 30질량%일 때에는 탄소섬유들이 적게 파괴된다.

### 맺 는 말

정평처리한 탄소종이로 만든 막전극은 정평처리하지 않은것보다 2배 더 큰 방전전류 밀도를 가진다. 기체확산층에서 PTFE함량이 30질량%일 때 막전극(MEA)의 전기화학적특성이 제일 좋다.

### 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 3, 114, 주체101(2012).
- [2] H. Xiao et al.; Carbon, 57, 443, 2013.
- [3] 拉米尼 等; 燃料电池系统, 科学出版社, 58~64, 2008.
- [4] 张学军 等; 电池工业, 11, 6, 411, 2006.
- [5] 张华民 等; 电化学, 11, 1, 37, 2005.

주체106(2017)년 7월 5일 원고접수

## Effect of Some Factors on Manufacturing Membrane Electrode Assemble for Proton Exchange Membrane Fuel Cell

*Kim Tok Song, Kim Yong Jon*

MEA manufactured by using carbon paper levelling treated with active carbon “Vulcan XC-72” and PTFE has 2 times as much as discharge current density than untreated.

When PTFE content is 30wt% at gas diffusion layer, the electrochemical characteristics of membrane electrode assemble is the best.

Key words; fuel cell, MEA, PEMFC