

고분자 전해질 연료전지용 Gasket 개발

천 현아¹⁾, 성 동묵²⁾, 김 태민³⁾

The Development of gasket for Proton Exchange Membrane Fuel Cell

Hyun-a Chun, DongMuk Seung, TaeMin Kim

Key words : PEMFCs, Gasket, Sealing, chemical resistance, gas permeability

Abstract : 고분자 전해질 연료전지는 다수의 단위 cell을 적층하여 stack을 형성하게 되며, 각 단위 cell은 분리판과 MEA 사이에 gasket을 장착하게 된다. 이때 장착된 gasket은 분리판과 MEA사이의 일정한 gap을 유지하여 가스를 균일하게 분배되도록 할 뿐만 아니라, 가스 유출을 막는 sealing 材로서의 역할을 한다. 따라서 고분자 전해질 연료전지의 성능확보를 위해서는 내구성 및 가스 기밀성이 우수한 gasket 개발이 무엇보다 중요하다.

본 연구에서는 이러한 gasket 물성을 만족시킬 수 있는 고분자 전해질 연료전지용 gasket을 개발하고자 하였으며, 이를 검증하기 위하여 가혹 조건에서 실험을 수행하였다. 그 결과 종래의 gasket 보다 열적, 화학적 및 가스기밀성 면에서 우수한 고분자 전해질 연료전지용 gasket을 얻을 수 있었다.

subscript

MEA: Membrane Electrolyte assembly

성 및 가스 기밀성이 높아야 하는 요구조건을 만족하여야 한다.[3] 따라서 본 연구에서는 위와 같은 조건은 만족하는 고분자 전해질 연료전지용 gasket 개발을 위하여 연구를 수행하였다.

1. 서론

최근의 환경 및 자원문제에 대응하여 연료전지의 개발이 활발히 행해지고 있으며, 특히 고분자 전해질 연료전지 (Proton Exchange Membrane Fuel Cell: PEMFC)는 낮은 작동온도와 빠른 시동성의 이유로 차량용이나 가정용과 같은 광범위한 분야에 응용이 가능하여 많은 기대를 받고 있다.[1] 이러한 PEMFC는 가스 이동 channel인 분리판, 전극, MEA 및 gasket으로 구성된 단위 cell을 수 십장 적층하여 stack을 형성하며[2], 이때 사용된 연료전지용 gasket은 분리판과 MEA 사이의 gap을 일정하게 유지하여 분리판 상으로 유입되는 연료가스가 균일하게 분배되도록 하며 반응생성물의 제거를 용이하게 한다. 특히 기체 확산막과 분리판의 전기적 접촉을 일정하게 유지하여 전기화학적 반응으로 생성된 전자의 흐름을 원활히 하는 역할을 한다.

이러한 상기 고분자 전해질 연료전지용 gasket은 연료전지 내부의 가혹한 환경조건 즉, pH 1~2 정도의 산성(Acid)의 환경조건에서도 물성의 변화가 없어야 하며, 열적 및 화학적 안정

2. 실험

고분자 전해질 연료전지용 gasket을 개발하기 위하여 gasket이 가져야 하는 기본적인 mechanical property를 작성하였으며, 이러한 특성을 바탕으로 material filtering을 실시하였다.[4]

이렇게 도출된 material을 바탕으로 연료전지 내의 적합도를 판단하기 위하여 일정크기로 sample을 준비하여 가혹 조건 즉, 온도 100℃이하 5vol% H₂SO₄ 수용액상에 sample을 침적하였다. 일정시간 간격으로 sample을 sampling 하였으며 각 sample들의 형상변화와 물성변화를 관찰

-
- 1) LG Micron
E-mail : windha79@lgmicron.com
Tel : (031)436-7184 Fax : (031)436-7079
 - 2) LG Micron
E-mail : lgmsdm@lgmicron.com
Tel : (031)436-7094 Fax : (031)436-7079
 - 3) LG Micron
E-mail : ktm1203@lgmicron.com
Tel : (031)436-7040 Fax : (031)436-7079

하기 위하여 시간에 따른 체적 변화율, 무게 변화율 및 인장강도를 측정하였다.

또한 가속 조건 실험 후 각 sample 별로 가스 투과도를 측정하여 gasket으로서의 적합도를 평가하였다.

3. 결과 및 토론

고분자 전해질 연료전지용 gasket 재료로는 아래와 같은 조건을 만족시키는 어떠한 물질도 사용될 수 있다.

- (1) 연료전지 운전 온도인 $-40 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 범위에서 내열성이 있을 것.
- (2) 고분자 전해질을 오염시키거나 녹지 않는 성분으로 구성되어 있을 것.
- (3) 연료전지 stack 체결 압력에서 파열되거나 손상되지 않을 것.
- (4) 가스 기밀성을 유지할 것.
- (5) 핸들링 하기 편한 수준의 기계적 강도가 있을 것.
- (6) stack 체결 압력에서 일정수준의 압축률 및 회복율을 확보할 것.

위와 같은 기본조건을 만족하는 material인 A, B를 선정하였으며, 일반적으로 사용하고 있는 연료전지용 gasket인 C와 그 결과를 비교 분석하였다.

3.1 내산 가속시험 체적 변화율

선정된 A, B의 경우 시간이 지남에 따라 체적 변화를 관찰할 수 없었으나, 종래의 gasket C는 급격한 체적변화를 관찰할 수 있었다.[Figure. 1]. 또한 시간에 따른 무게변화 역시 종래의 gasket인 C에 비해 A, B는 초기상태를 유지함을 확인할 수 있었다.[Figure. 2]

이러한 결과는 기존의 gasket인 C의 경우 가속 조건에서 swelling되어 체적 및 무게가 변하는 반면 선정된 A, B의 경우 연료전지 stack 환경에

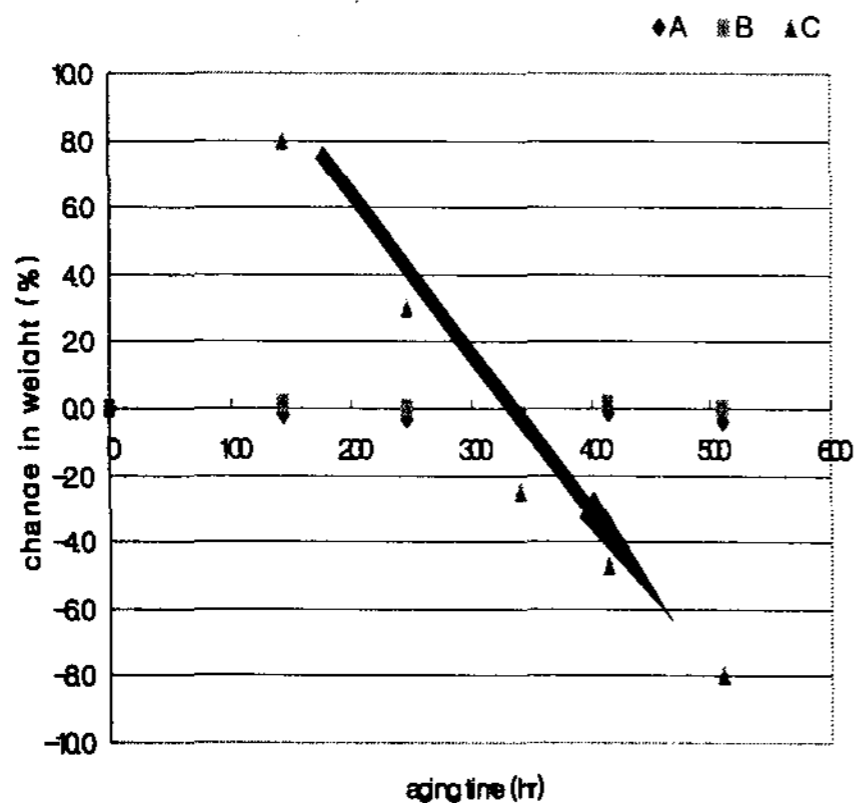


Figure. 1 change in volume (%)

서 부피팽창 및 팽윤으로 인한 노화성은 기존의 gasket에 비해 우수함을 확인할 수 있었다.

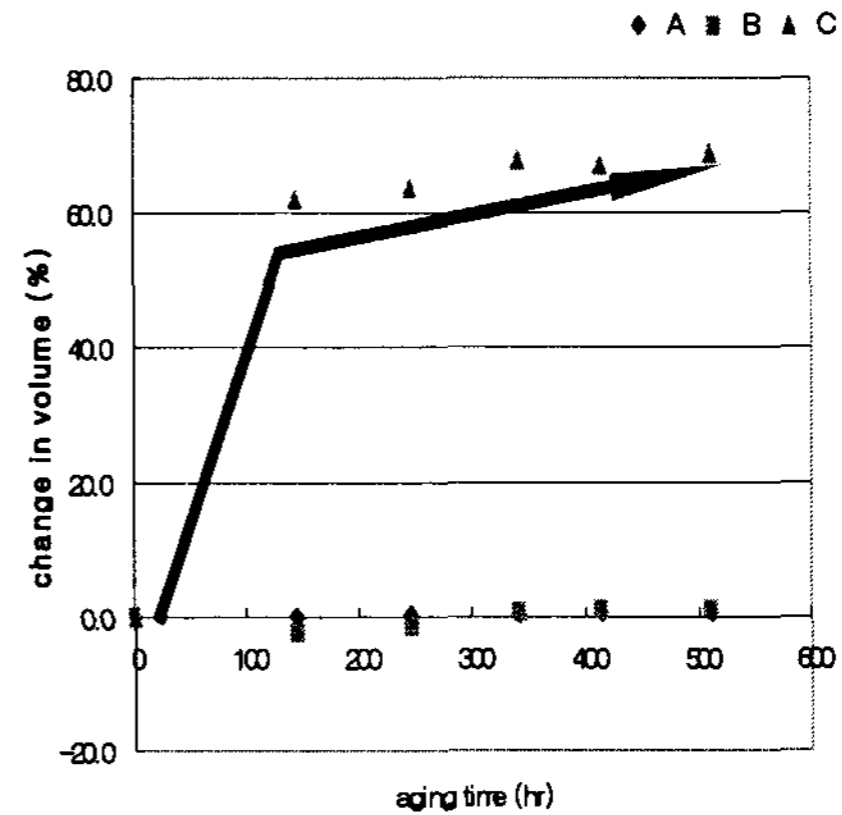


Figure. 2 change in weight (%)

3.2 내산 가속시험 인장강도 변화

A, B, C 각각의 sample에 대하여 가속시험 후 인장강도를 측정하였다. 그 결과는 다음과 같다.[Figure. 3]

A, B, C 각각의 sample에 대하여 시간에 따른 인장강도 변화율은 관찰되지 않았으나, stack 체결 압력에서 일정수준의 압축률과 회복율을 확보해야 하는 gasket 특성상 종래의 gasket인 C에 비하여 A, B가 우수함을 확인할 수 있었다.

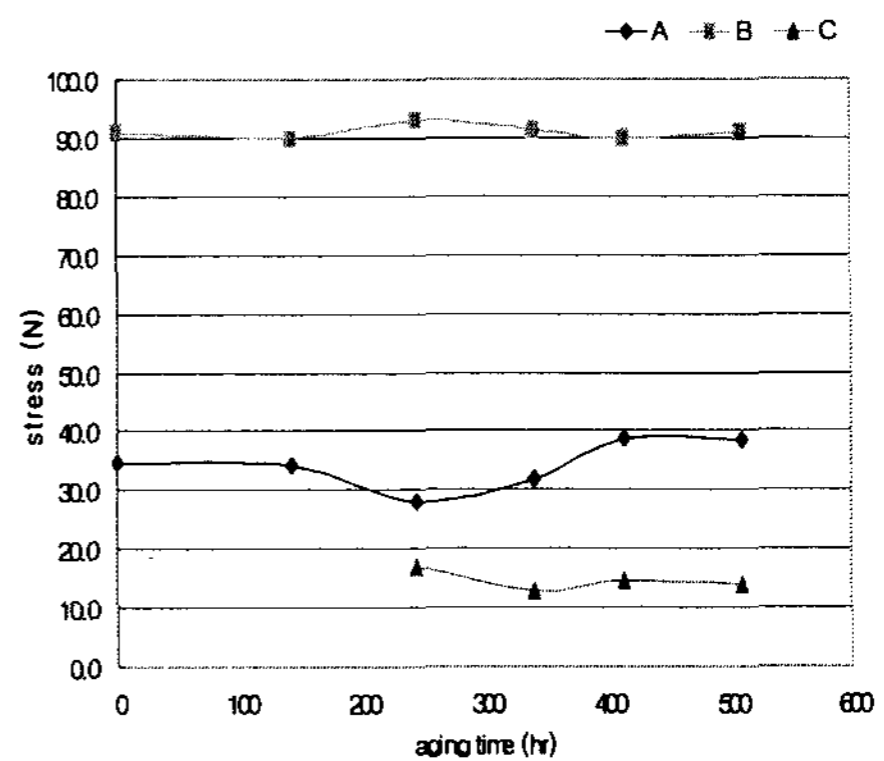


Figure. 3 change in stress (N)

3.2 내산 가속시험 가스 투과도 변화

A, B, C 각각의 sample에 대하여 가속 실험 후 가스 투과도를 측정하였다. 측정방법은 KS M ISO 2556의 방법으로 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.[Table 1]

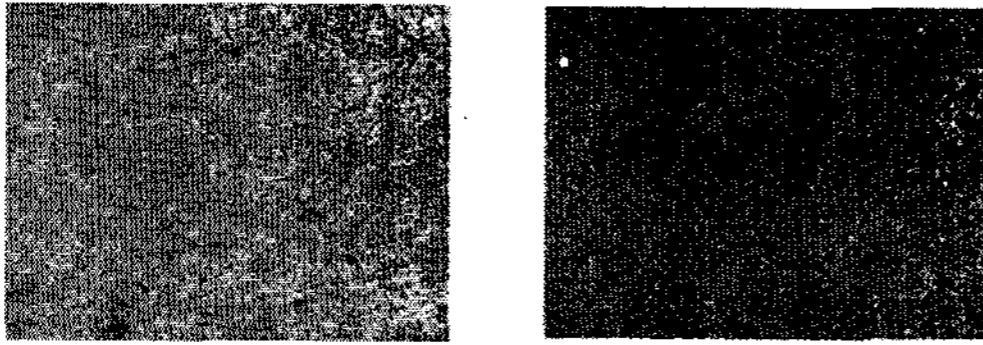
가속 실험 후 종래의 gasket인 C의 경우 시간당 7 ml/hr의 높은 가스 투과도를 나타내었으며,

내산 가속시험에서 체적 및 무게 변화율을 거의 보이지 않았던 B의 경우에도 종래의 gasket과 유사한 수치가 측정되었다. 이에 반해 A의 경우 시간당 0.8 ml의 가스 투과도가 측정되었으며, 이러한 결과를 바탕으로 연료전지 stack 환경에서도 sealing 材로서 적합함을 추정할 수 있었다.

Table 1. Gas Permeability

종류	측정 치
A	0.8 ml/hr
B	6.8 ml/hr
C	7.0 ml/hr

또한 가속 실험 후 표면상태 측정에서도 A의 sample의 경우 가속 실험 전과 후의 표면 상태의 변화가 관찰되지 않았으며, 이는 내산성 실험결과를 뒷받침해주는 것이라 할 수 있다.[Figure. 4]



(a) before

(b) after

Figure. 4 surface images for A

4. 결론

본 연구에서는 내구성 및 가스 기밀성이 우수한 gasket을 개발하고자 하였으며, 연료전지 내에서의 평가가 어려워 가속조건 하에서 실험을 수행하였다. 그 결과 종래의 gasket 보다 열적, 화학적 및 가스 기밀성 면에서 우수한 gasket을 개발하는데 성공하였으며, stack 체결 환경에서도 압축 및 회복율이 우수한 gasket을 개발하는데 성공하였다.

References

- [1] Paganin, V.A., Ticianelli, E.A., and Gonzalez, E.R., 1996, "Development and electrochemical studies of gas diffusion electrodes for polymer electrolyte fuel cells", *Journal of Applied Electrochemistry*, Vol. 26, pp. 297-304.
- [2] Ticianelli, E.A., Derouin, C.R., Redondo, A., and Srinivasan, S., 1988, "Methods to Advance Technology of Proton Exchange Membrane Fuel Cells", *Journal of the Electrochemical Society*, Vol. 135(9), pp. 2209-2214.
- [3] James Huang, 2001, "sealing and mechanical behavior of expanded PTFE gasket sheets characterized by PVRC room temperature tightness tests", *J. of material chemistry and physics*, Vol. 68, pp. 180-196
- [4] D. A. Thomas and S. Woolfenden, 2005, "Further development of biaxially oriented PTFE gasket materials", *J. of sealing technology*, Vol. 2005, pp. 11-13