

Membrane fouling reduction by low temperature plasma treatment

강민수 · 김성수 · *전배혁
경희대학교 공과대학 화학공학과
*연세대학교 공과대학 자동차기술연구소

1. 서론

최근 polyolefin계열의 고분자 분리막이 많이 사용되고 있는데 특히 그 중 polypropylene막은 특성상 내약품성 및 내열성이 뛰어나 막 손상이나 성능 저하가 비교적 적은 고분자 막으로 평가되고 있다. 그러나 재질의 소수성 특성 때문에 심각한 fouling을 유발하게 되어 이를 방지하기 위해 막 표면을 hydrophilic agent로 개질 시켜 fouling을 제어하는 기술이 진행되고 있다. 일반적으로 막 재질을 개질 시키기 위하여 sulfonating agents, ozone, 그리고 hydrophilic monomer 등을 grafting하는 방법들이 사용되고 있는데, 이는 공정상의 어려움이 있고 완벽한 친수성의 부여를 기대하기가 어렵다. 또한 막 기공 구조의 변화와 붕괴를 초래한다는 단점이 있다. 이밖에 hydrophilizing agent 등을 이용하여 wetting시킴으로써 일시적인 친수화 처리를 하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 membrane matrix로 부터 hydrophilizing agent가 새어나가므로 영구적으로 사용할 수 없으며, 특히 의료용 분리막으로 이용될 경우 유출된 hydrophilizing agent가 cell membrane을 공격하여 cell 분해와 같은 인체에 해로운 결과를 초래하기 때문에 부적당하다. 최근 들어 저온 plasma를 이용한 표면 개질의 방법이 연구되고 있는데, 이는 plasma가 고분자 물질의 구조나 화학적 반응성과는 상관없이 모든 고분자 물질의 표면을 일정하게 개질 시킬 수 있으며 여타의 다른 방법들과는 달리 막 제조시 residual solvent의 문제점과 swelling의 문제점들이 발생하지 않는 장점 때문에 최근 각광받고 있는 기술 중의 하나이다. 또한 다른 방법에 비해 막과 plasma와의 강한 흡착력 때문에 영구적 친수성을 가지게 할 수 있다. 본 연구에서는 저온 plasma를 이용한 표면 개질이 막의 친수성 향상 및 fouling 방지에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 Plasma 처리 공정

본 연구에서 사용한 plasma reactor의 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

Acrylacid, allylamine, water plasma를 이용하여 plasma 처리를 하였으며 막 기공구조의 변화와 붕괴방지를 위한 최적의 조건을 확립하여 실험을 진행하였다.

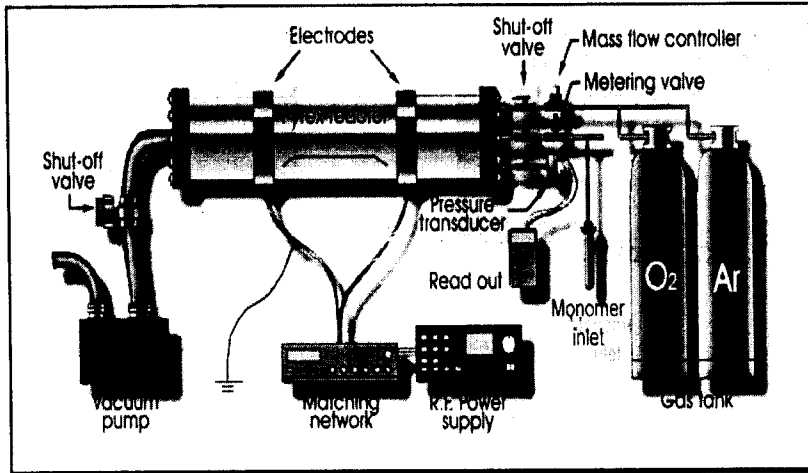


Fig.1. The schematic diagram of plasma reactor for surface modification of membrane.

2.2 막분리 공정

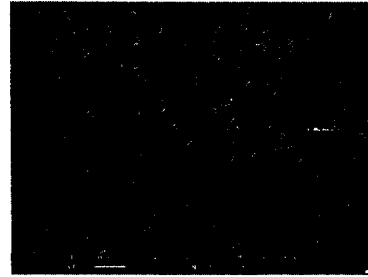
Polypropylene.으로 만들어진 Hoechst-Celanese 사의 Celgard 2400 막의 표면을 plasma 처리하여 개질시켰으며, Amicon 사의 ultrafiltration cell을 사용하여 dead-end filtration 방식으로 막의 성능을 측정하였고 BSA(bovine serum albumin)에 의한 막 오염을 관찰 하였다.

3. 결과 및 고찰

Plasma 처리를 한 경우 Fig. 2에서 보는 바와 같이 막의 표면에 변화가 있었다. 또한 plasma 처리 후 친수성의 증가로 접촉각도 감소하였고 wetting이 잘됨을 확인하였다. 분리 막의 표면 특성과 단백질 입자들의 전기적 특성에 의한 상호 작용도 관찰하였다. 친수성 표면을 갖도록 개질 시켰을 때 막의 오염을 감소시킬 수 있었으며 높은 투과도를 나타내었다. 또한 막 표면을 개질 시킬 때에 최적의 plasma 선정과 막 선정 또한 중요한 요인으로 작용한다는 것을 확인 할 수 있었다.



(a)



(b)

Fig. 2. Scanning electron micrographs of original PP membrane surface (a) and modified PP membrane with acrylic acid plasma (b).

4. 참고문헌

1. Mutlu Karakelle, Richard J. Zdrahala, *J. Membrane Sci.*, 41(1989) 305-313.
2. H. Yasuda, *J. Membrane Sci.*, 18(1984) 273-284.
3. Francesco Bellucci, Enrico Drioli, *J. Appl. Polym. Sci.*, 19(1975) 1639-1647.
4. D.A. Musale, S.S. Kulkarni, *J. Membrane Sci.*, 111(1996) 49-56.
5. K.J. Kim, A.G. Fane, C.J.d. Fell, D.C. Joy, *J. membrane Sci.*, 68(1992) 79-91.
6. Hajime Miyama, Kouichi Tanaka, Yoshio Nosaka, Nobuyuki Fujii, *J. Appl. Polym. Sci.*, 36(1988) 925-933.
7. Dong Lyun Cho, Jin Lee, *Polymer(Korea)*, 21(1997) 142-153.
8. Mathias Ulbricht, Georges Belfort, *J. Appl. Polym. Sci.*, 56(1995) 325-343.
9. P.W. Kramer, Y.S. Yeh, H. Yasuda, *J. Membrane Sci.*, 46(1989) 1-28.