

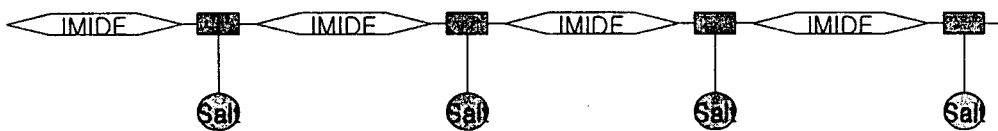
연료전지를 위한 고효율, 고내열성의 염-고분자 시스템 High Performance, High Temperature, Salt-Polymer System for Fuel Cell

권진욱, 이춘근, 장원봉, 한학수, 설용건
연세대학교 화학공학과

1. 서론

현재 고분자 연료전지막으로 쓰이는 Nafion과 다양한 형태의 술폰산기가 치환된 고분자 연료전지막은 가습형 연료전지막으로서 다양한 연구가 진행되어 오고 있다. 최근에 있어서 주목 할만한 성능과 고온에서의 작동가능성을 제시하고 있지만 여전히 전해질막의 가습과 관련하여 다양한 문제들이 발생하고 있다. 이러한 가습과 관련된 문제점을 해결하고자 무가습 형태의 연료전지 막을 연구하게 되었다. 최근 Ionic liquid를 이용한 고분자 전해질막이 나오면서 점차 성능 향상을 보이고 있다. 하지만 Ionic liquid를 이용한 전해질막도 고온에서의 작동에 있어서 여러 가지 문제점을 보이고 있다. 그래서 착안한 것이 고분자 사슬에 염으로 치환된 작용기를 달아서 Proton 전도도를 높이고 동시에 작동 온도를 고온으로 끌어올리는 방법에 관하여 연구하게 되었다. 그리하여 고온의 내열성을 보이는 폴리이미드 구조에 높은 이온전도도를 보이는 염으로 치환된 작용기를 다는 실험을 하였다. 염으로 치환된 모노머를 고분자 사슬에 바로 연결하는 것이 어렵기 때문에 염의 제조시 고분자 사슬에 연결할 수 있는 다른 작용기를 합성하여 고분자를 제조하였다.

2. 실험방법



위와 같은 구조로 합성하여 염으로 치환하기전의 모노머를 FT-IR, NMR, TGA, 등으로 확인한 후 염으로 치환 한 후 IMIDE 구조와 고분자를 합성하였다. 이를 TGA, FT-IR, Impedance Analyzer등으로 우리가 원하는 고분자물질을 얻었는지 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure1.은 Salt-Polymer를 TGA측정한 것이다. 250°C 근처에서 Salt로 치환된 부분이 분해됨을 알 수 있었다. 이로서 Salt-Polymer System이 200°C 까지는 충분한 내구성을 가짐을 알 수 있었다.

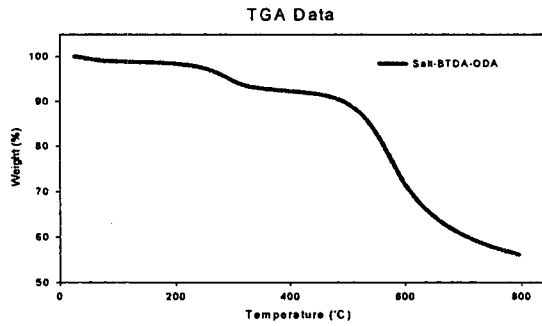


Figure1. TGA data, Salt-Polymer

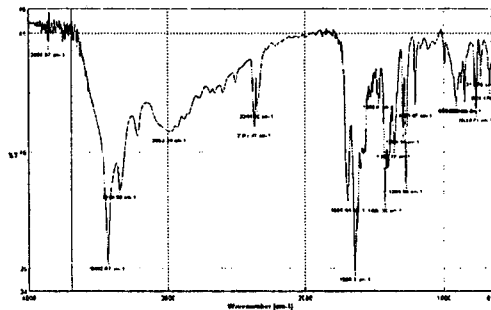


Figure2. Salt로 치환전 모노머의 IR DATA

또한 Figure2는 염으로 치환 되기전의 만들어진 신규 모노머의 IR DATA이다. 이를 이용하여 합성이 원하는 구조로 되었음을 알 수 있으나 좀 더 확신을 얻기 위해서는 NMR Data를 보충시켜야만 하다.

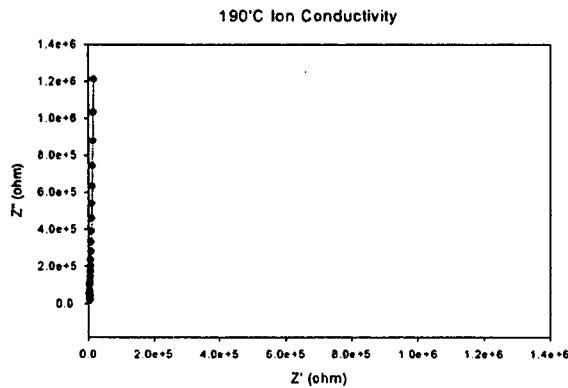


Figure3. Ion Conductivity at 190°C

Figure3 는 190°C 에서의 이온전도도를 측정된 것이다. 이로서 고온에서의 작동가능성을 보여주고 있으나 정확한 Data를 내기 위해서는 직접 연료전지를 가동하여야 한다. 현재 이를 위한 연료전지 시스템을 제작중이다. 또한 고온에서의 이온전도도보다 저온에서의 이온전도도 역시 중요한 성능중의 하나로서 다음과 같은 1.89×10^{-1} S/cm 값을 나타내었다.

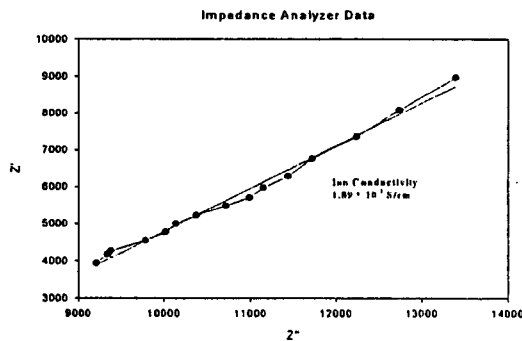


Figure4. Ion Conductivity at Room Temperature

4. 결론

Salt-Polymer System을 통하여 연료전지 막으로서의 가능성을 살펴 볼 수 있었다. 하지만 높은 이온전도도가 연료전지 막으로 쓰였을때 Proton을 원활하게 전달 할 수 있는지에 관한 좀 더 많은 연구가 필요하며 또한 Salt의 정확한 구조와 Proton 전달 메카니즘을 규명해야 함이 연구 과제로 남아있다. 또한 Salt의 함량 조절과 Imide 백본의 최적화로 좀더 높은 성능의 연료전지막으로의 개발이 가능함을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

[1] J.R. MacCallum, C.A. Vincent (Eds.), Polymer Electrolyte Reviews 1 and

- 2, Elsevier, London, 1987, 1989.
- [2] M.B. Armand, *Ann. Rev. Mater. Sci.* 16 (1986) 245.
- [3] C.A. Vincent, *Prog. Solid State Chem.* 17 (1987) 145.
- [4] M. Watanabe, N. Ogata, *Br. Polym. J.* 20 (1988) 181.
- [5] M.A. Ratner, D.F. Shriver, *Chem. Rev.* 88 (1988) 109.
- [6] (a) M. Watanabe, in: B.V.R. Chowdari, S. Chandra, S. Singh, P.C. Srivastava (Eds.), *Solid State Ionics: Materials and Applications*, World Scientific, Singapore, 1992, pp. 149. (b) M. Watanabe, S. Yamada, K. Sanui, N. Ogata, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* (1993) 929.
- [7] C.A. Angell, C. Liu, E. Sanchez, *Nature* 362 (1993) 137.
- [8] F.H. Hurley, T.P. Wier Jr., *J. Electrochem. Soc.* 98 (1951) 203.
- [9] R.J. Gale, B. Gilbert, R.A. Osteryoung, *Inorg. Chem.* 17 (1978) 2728.
- [10] J. Robinson, R.A. Osteryoung, *J. Am. Chem. Soc.* 101 (1979) 323.
- [11] J.S. Wilkes, J.A. Levisky, R.A. Wilson, C.L. Hussey, *Inorg. Chem.* 21 (1982) 1263.
- [12] A. Fannin Jr., D.A. Floreani, L.A. King, J.S. Landers, B.J. Piersma, D.J. Stech, R.L. Vaughn, J.S. Wilkes, J.L. Williams, *J. Phys. Chem.* 88 (1984) 2614.
- [13] M. Watanabe, S. Yamada, N. Ogata, *Electrochim. Acta* 40 (1995) 2285.
- [14] J.S. Wilkes, M.J. Zaworotko, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* (1992) 965.
- [15] J. Fuller, R.T. Carlin, H.C. De Long, D. Haworth, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* (1994) 299.
- [16] R.T. Carlin, H.C. De Long, J. Fuller, P.C. Trulove, *J. Electrochem. Soc.* 141 (1994) L73.
- [17] J. Fuller, R.A. Osteryoung, R.T. Carlin, Abstract 15, *The Electrochemical Society Meeting Abstracts*, vol. 95-1, Reno, NV, May 21-26, 1995. pp. 27.
- [18] V.R. Koch, C. Nanjundiah, G.B. Appetecchi, B. Scrosati, *J. Electrochem. Soc.* 142 (1995) L116.
- [19] V.R. Koch, L.A. Dominey, C. Nanjundiah, *J. Electrochem. Soc.* 143 (1996) 798.
- [20] P. Bonhote, A.-P. Dias, N. Papageorgiou, K. Kalyanasundaram, M. Gratzel, *Inorg. Chem.* 35 (1996) 1168.
- [21] J. Fuller, R.T. Carlin, R.A. Osteryoung, *J. Electrochem. Soc.* 144 (1997) 3881.
- [22] J. Fuller, A.C. Breda, R.T. Carlin, *J. Electrochem. Soc.* 144 (1997) L67.
- [23] J. Fuller, A.C. Breda, R.T. Carlin, *J. Electroanal. Chem.* 459 (1998) 29.