

실리콘막을 통한 기체의 확산

안 필 선, 이 우 태
전남대학교 공과대학 화학공학과

1. 서론

막을 이용한 기체 분리법의 기초적인 연구는 1880년대에 이미 시작되었지만 실용화가 이루어지지 않은 이유는 막 투과속도가 적었기 때문이었다. 그러나 막 제조기술의 발달에 의해서 처리면적이 매우 큰 초박막이 제조되었고 이로인해 에너지 절약형 기체분리 방법으로서의 막 분리법이 다시 흥미를 끌게 되었다. 현재 실용화되고 있는 막으로 투과계수가 큰 실리콘막을 들 수 있지만 분리계수가 작기 때문에 보다 분리성능이 큰 새로운 막의 개발이 요망된다. 그러나 실리콘막에 대한 상세한 연구가 별로 없기 때문에 실리콘막을 기준막으로 성능이 좋은 막을 개발하는데 있어서의 데이터가 부족하다. 본 연구는 이와같은 데이터를 보충하고 막투과가 기체의 어떤 성질에 지배되고 있는가를 조사할 목적으로 수행하였다.

2. 실험

본 연구는 고진공 투과장치를 이용하여 silicone 고무막에 있어서 기체의 투과계수, 확산계수 및 용해도계수를 25℃, 37.5℃, 45℃에서 측정하여 이들 계수와 투과기체의 물성과의 상관관계를 검토하였다. 사용된 silicone막은 두께가 2.01mm이고 불순물인 수분과 용매를 제거하기 위하여 100℃, 10⁻⁴ torr상태에서 15시간 처리한 후 사용하였다. 측정에 사용된 기체의 순도는 99.9%로 H₂, He, O₂, N₂, CO, Ar, CO₂는 Nihon Sanso. Co.의 제품을 사용하였고 CH₄, C₂H₄, C₂H₆, C₃H₈는 Tokachiho Kagaku Co.의 제품을 사용하였다. 투과실험시 공급측 압력은 1Kg/cm²이었다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1.은 확산계수, D와 투과 기체분자의 직경의 자승, d²과의 관계를 나타낸 것이다. 확산계수, D는 투과 기체분자의 직경이 증가함에 따라 지수적으로 감소함을 나타낸다. Fig. 2.는 확산 활성화에너지 E_D와 투과 기체분자의 직경의 자승, d²의 상관관계를 나타낸 것으로 투과 활성화에너지는 투과 기체분자의 직경이 증가할수록 증가한다는 것을 알 수 있다. 이 상관관계에 있어서 데이터가 최소자승법으로 구한 직선으로부터 흩어져 있는 것은 분자직경의 불확실성 때문으로 생각된다. Fig. 3.은 용해도계수, S와 기체의 용축성을 나타내는 ε/k와의 관계를 나타낸 것으로 직선관계가 나타남을 알 수 있다. 용해도계수는 기체의 용축성이 증가하는 경우 증가하였다. Fig. 4.는 용해열 ΔH와 ε/k와의 관계를 나타낸 것으로 수소와 헬륨을 제외한 기체의 용해는 발열과정이며 용축성이 증가할수록 용해할 때 발열량이 증가함을 나타내었다.

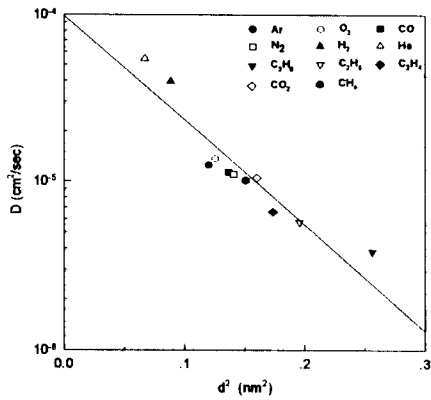


Fig. 1. Gas diffusivities in silicone membrane at 25°C as a function of square of penetrant mean diameter.

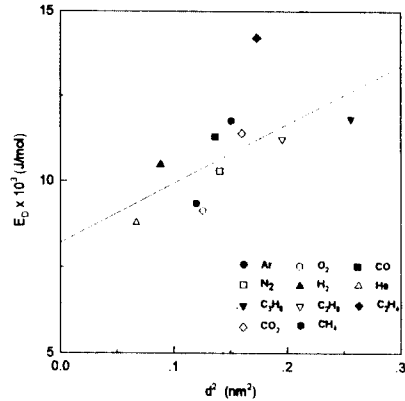


Fig. 2. Activation energy for diffusion in silicone membrane as a function of square of penetrant mean diameter.

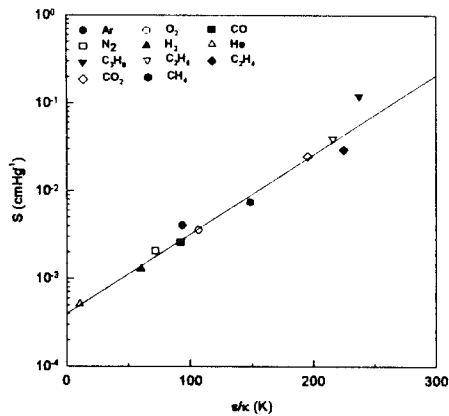


Fig. 3. Gas solubilities in silicone membrane at 25°C as a function of Lennard-Jones potential constant.

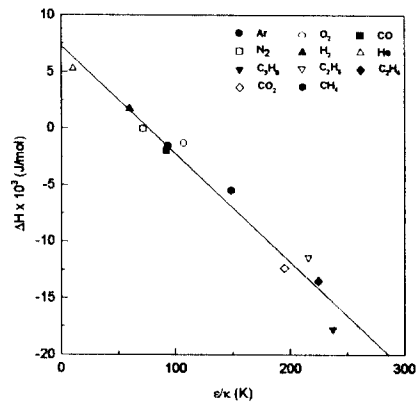


Fig. 4. Heat of solution of some gases in silicone membrane as a function of Lennard-Jones potential constant.

4. 참고문헌

1. Hwang S. T., and Kammermeyer K., "Membranes in Separations", Wiley Interscience, New York, 1975
2. Minouro N., Tani S., and Nakagawa T., "Permeability of Irradiated Silicone Rubber Membrane to Gases", J. of Applied Polymer Sci., 22, 1978, pp.833~836
3. Stern S.A., Shah V. M., and Hardy B. J., "Structure-Permeability Relationships in Silicone Polymers", J. of Applied Polymer Science: Part B: Polymers, 25, 1987, pp. 1263~1298
4. Cowling R., and Park G. S., "Permeability, Solubility and Diffusion of Gases in Amorphous and Crystalline 1, 4-Poly butadiene Membranes", J. of Membrane Sci., 5, 1979, pp. 199~207