

고분자 막의 산소투과도 및 기계적 강도 측정

(Measurements of Oxygen Permeability and Mechanical Strength of Polymer Membrane)

수원대학교 : 김대진, 전병철, 김정호

고려대학교 : 정태훈, 홍석인

전북대학교 : 정용섭

연 락 처 : 김대진

(440-600) 수원시 수원우체국 사서함 77호

수원대학교 고분자·화학공학부 교수

Tel/Fax : (0331-220-2294)

1. 서론

일반적으로 DO센서에서 이상적인 분리막은 산소확산의 membrane control을 위하여 상대적으로 낮은 투과도를 가져야 하나, 빠른 응답을 위해서는 얇은 두께와 높은 산소확산도를 가져야 하므로 두 가지 조건 사이에서 적절한 trade-off가 필요하다. 또한 기계적 강도는 높을수록 좋지만 산소 투과도와는 반비례하는 경향이 있다. 이외에 DO센서용 분리막이 지녀야 할 조건으로는 화학적 내성과 물에 대한 투과도를 들 수 있다. 물을 잘 투과하는 막은 장기간 사용시 전해액 중의 수분의 손실을 가져온다. 이러한 측면에서 사용 가능한 막 재질로는 Teflon, polyethylene, polypropylene, polystyrene등이 있고 silicone rubber나 polyester 계통의 고분자도 가끔 쓰인다. 따라서 본 연구에서는 DO센서에 가장 적절히 사용될 수 있는 산소 투과성이 좋고 기계적 강도가 적절한 고분자 막의 재질 선정을 위하여 CTA 및 CA의 PCL blend membrane, 상업적 Teflon membrane등의 산소 투과도와 기계적 물성을 측정함을 목표로 하였다.

2. 실험방법

Cellulose acetate(CA) / polycaprolactone(PCL) 혼합막 제조에 사용한 고분자는 cellulose acetate(18095-5, Aldrich Co, acetyl content 39.8 wt%)와 polycaprolactone(Union Carbide Co, TONE P-300)이며 CA 와 PCL조성은 무게비로 95/5, 90/10 및 80/20과 같이 선정하였다. 혼합고분자 5 wt%를 tetrahydrofuran(THF) 95 wt%에 용해시킨후, 용액의 기포제거 용매증발을 억제하기 위해 24시간 냉장실에 보관하였다. 비대칭막을 제조하기 위해 유리판 위에 혼합고분자 용액을 주형하였다. 그후 24시간 동안 상온에서 건조한 후 진공상태, 60℃에서 72시간 동안 건조시켜 산소투과성 막을 제조하였다.

Cellulose triacetate(CTA)와 polycaprolactone(PCL) 혼합막 제조에 사용된 고분자는 cellulose triacetate (18100-5, Aldrich Co)와 CA와 PCL혼합막 제조시 사용했던 PCL를 이용했다. 용매를 제외한 혼합막 제조 방법은 CA / PCL 혼합막과 같으며, 용매로는 chloroform이 사용되었다. Teflon은 상업적으로 Dupont 또는 YSI에서 제조된 것을 사용하였다.

3. 실험결과

측정한 막의 투과도를 Table 1에 표기한 바와 같이 상업적 단순 막(Teflon)에 유사한 투과도를 제공하는 블렌드 막은 CTA/PCL(70/30) 또는 CA/PCL(95/5)에 해당하였다. 또한 막의 두께에 상관없이 PCL의 함량이 클수록 즉 CTA/PCL의 70/30 조성의 투과도가 가장 컸다. Table 2 에서 인장 강도를 측정했듯이 이같은 조성은 80/20 조성에 비하여 연약하였으므로 CTA/PCL조성을 80/20으로 유지함이 바람직하였다. CA/PCL의 막은 PCL의 양이 증가할수록 기계적으로 연약하여 안정된 실험 수행이 어려웠다. 따라서 PCL과의 블렌드 막으로서 CTA/PCL의 80/20 조성비가 가장 바람직 하였다. 한편 PS는 산소 분압에 좋은 선형성을 보였으나 전극 표면에 막을 부착할 때 신축성이 적어서 바람직하지 못하였다.

Table 1. Permeability of various oxygen-permeable membrane in barrer.

Membrane	Composition (%)	Thickness (μm)	Permeability (barrer)
CTA/PCL	95/5	53	1.34
	90/10	60	1.36
	85/15	51	1.39
	80/20	38	1.60
	70/30	53	3.72
CA/PCL	95/5	70	3.21
	90/10	58	1.11
	85/15	70	1.63
	80/20	67	1.24
Polysulfone	-	43	1.41
Teflon(YSI)	-	25	5.77
Teflon(Dupont)	-	25	4.24
	-	50	4.85

Table 2. Data of tensile yield strength and elongation at break for different membranes.

Membrane	Tensile strength(kg_f/cm^2)	Elongation(%)
PSf	580	12.0
PSf-1	644	7.0
PSf-2	523	3.7
CTA/PCL(95/5)	971	9.8
CTA/PCL(90/10)	933	5.6
CTA/PCL(85/15)	980	5.5
CTA/PCL(70/30)	619	5.6
Teflon(50 μm , Dupont)	304	311.0
Teflon(25 μm , Dupont)	268	288.0
Teflon(25 μm , YSI)	188	125.0
PET(12 μm)	4,000	49.0

4. 참고문헌

1. Koros, W.J.: "Barrier polymers and structures; an overview", ACS Symp. Ser., 423, 1 (1990).
2. Vieth, W.R.: "Diffusion In and Through Polymers", Oxford Univ. Press, New York (1991)
3. Kim, T. J., *Korean J. Biotech Bioeng.*, 4(2), 150-156 (1989).

감사의 글

본 연구는 1995년도 한국과학재단 특정연구과제(93-0400-09-01-3)로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.