

Abstracts

플라즈마 중합을 이용한 이중막의 제조 및 그 막을 통한 기체의 투과특성에 관한 연구

선문대학교 화공과 오 세 중

막(Membrane)을 이용한 기체분리는 막층 내에서의 기체분자의 투과성의 차이를 이용하여 기체분리를 행하는 것으로 공기중 산소의 분리 (산소부화막 이라고도 한다), 수성가스중의 수소의 농축분리, 탄화수소가스중 이산화탄소의 분리, 그 외에 산업폐가스 (황화수소, 일산화탄소, 아황산가스등)의 분리등이 있다. 이 중 산소부화막은 의료용 산소공급장치나 산업용 용광로의 연소효율 증진에 효과적으로 이용될 수 있으며 산업폐가스의 분리공정은 환경공학적 측면에서 활용이 가능하다.

분리막(Separation membrane)의 효용가치는 기체의 높은 투과도(Permeability)와 선택투과도(Permselectivity)를 동시에 요구한다. 그러나, 일반적으로 고분자막의 투과도와 선택투과도는 서로 반비례 관계를 가지고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 비대칭막(Asymmetric membrane) 이나 이중막(Composite membrane)의 개발에 연구가 집중되어 왔다. 이들 막은 다공성(Porous) 구조를 가지는 층과 매우 얇고 균일한 비공성(non-porous) 표면층의 이중구조를 가지고 있는데, 선택투과성은 비공성 표면층에 의하여 결정되며 또한 표면층의 두께가 얇기 때문에 빠른 투과속도를 가지게 된다. 그러나 이들 막은 막의 소재와 형성기술에 있어 많은 한계를 가지고 있다.

플라즈마 중합(Plasma polymerization)기술을 이중막에 이용하면 기존의 이중막의 한계를 극복할 수 있다. 플라즈마란 통칭 이온화가스(Ionized gas)를 말하는데, 고주파(high frequency wave)에너지에 의하여 분자의 결합이 끊어질때 생기는 이온, 라디칼, 활성분자(Activated molecule), 중성분자, 양자(Photon)등을 모두 포함한다. 이들 물질은 불안정하기 때문에 곧 서로 결합하게 되며 결합된 물질(Polymer)이 표면에 흡착되어 막(Film)을 형성하게 되는데 이 과정을 Plasma Polymerization 이라 한다. 이 플라즈마 막은 접착성이 강하여 어떤 물질에도 쉽게 접착되며 1 μm 두께 이하의 초박막 형성이 가능하고 (투과성 증대효과), 매우 단단하며 가교결합(Crosslinking)된 network구조 (선택투과성 증대효과)를 가진다.

본 연구에서는, 다공성 막(Porous membrane) 과 투과성이 큰 비공성 막(Nonporous membrane)을 지지체(Substrate)로 하여 그표면에 각각 탄화불소(Fluorocarbon)화합물의 플라즈마

막 막을 coating시켜 이중막을 제조하였다. 투과기체로는 산소, 질소, 수소, 헬륨, 메탄 및 이산화탄소를 사용하였다.

다공성막을 지지체로 한 경우, 이중막의 투과도는 기체분자의 크기에 반비례하는 경향을 보였다. 즉, 투과기체의 분자크기는 헬륨 (2.6Å), 수소 (2.89Å), 이산화탄소 (3.3Å), 산소 (3.46Å), 질소 (3.64Å), 메탄 (3.8Å) 순이었는데 같은 실험조건에서 투과속도는 기체의 분자크기가 클수록 감소하였다. 그리고, 이중막을 통한 산소 대 질소의 투과도비는 4.5, 이산화탄소 대 메탄의 투과도비는 50 으로 조사되었다. 조사된 산소/질소의 선택투과도는 상용 고분자막의 선택투과도와 비슷하였으나 이산화탄소/메탄의 선택투과도는 상용고분자보다 현저히 우수하였다.

그리고, 비공성 막(Polydimethylsiloxane : 합성고무)을 지지체로 한 이중막을 이용하여 지지체와 플라즈마 막의 접촉영역(Interface)에서의 투과저항(Interfacial resistance to gas permeation)의 존재여부 및 크기를 조사하였으며 아울러 투과도 측정시 압력기울기(Pressure gradient)의 방향을 반대로 하였을 경우, 그렇지 않을 경우와의 투과도 차이 (투과방향 효과)에 대하여도 연구 조사되었다. 이중막의 두 층의 고유투과도 차가 큰 기체의 경우 (메탄), 접촉영역에서의 투과저항이 컸으며 두 층의 투과도 차이가 메탄보다 작은 기체 (산소, 질소, 이산화탄소)의 경우 접촉영역에서의 투과저항은 무시될 수 있었다. 그리고, 접촉영역의 투과저항이 거의 없는 기체는 투과방향의 영향이 무시될 수 있었으며 접촉영역의 투과저항이 큰 기체 (메탄)는 투과방향에 따라 투과속도의 차이가 크게 나타났다. 투과방향이 투과도에 미치는 영향에 대한 연구는 포장재료(Packaging material) 및 Barrier material의 개발에 효과적으로 이용될 수 있다.