

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	氏名	上西 理玄
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論文題目 Morphology and gas permeation properties of thermoplastic elastomer/polyolefin polymer blend: thin film and composite hollow-fiber membrane with a three-layered structure(熱可塑性エラストマーとポリオレフィンから成る、ポリマーブレンドのモルフォロジーとガス透過特性: 薄膜フィルム、三層複合中空糸膜)			
論文審査担当者			
主査	教授	都留 稔了	
審査委員	教授	迫原 修治	
審査委員	准教授	木原 伸一	
審査委員	准教授	吉岡 朋久	
〔論文審査の要旨〕			
<p>半導体製造プロセスにおいて、薬液(現像液、イソプロピルアルコール(IPA)など)を加圧送液する際、薬液中の溶存ガスが気泡になることがあり、溶存ガスの脱気は工程歩留り向上のために重要である。現状、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)チューブ(厚み 110 μm)が脱気に用いられているが、ガス透過係数が低く、膜厚が厚く、ガス透過流量が低い適用流量に限られる。本論文では、熱可塑性エラストマーとポリオレフィンからなるポリマーブレンド薄膜を作製し、薄膜の相分離構造、ガス透過性能、薬液脱気性能を明らかとした。</p> <p>第1章では、現状の薬液脱気技術を概説し、高ガス透過流量の薄膜が必要であるとした。これを解決するため、ガス透過性能に優れた熱可塑性エラストマー(Polystyrene-block-poly(ethylene butylene)-block-polystyrene triblock copolymer (SEBS))と、耐薬品性に優れたポリオレフィン(Ethylene-ethylacrylate random copolymer (EEA), Ethylene-propylene random copolymer (EPP))とのポリマーブレンドを用い、両成分の相分離を3-D network構造とすることで、エラストマーの弾性回復を抑制し、薄膜形成が可能であるというコンセプトを提案した。</p> <p>第2章では、MK-2F (SEBS 50wt%, EEA 30wt%, EPP 20wt%)を用い、未延伸フィルムを作製した。このフィルムを一軸延伸し、延伸に伴うモルフォロジー変化と粘弾性特性を調べた。TEM観察により、延伸フィルムは、SEBS相と、(EEA+EPP)相が、3D-network構造を形成することを確認した。この構造は、第1章の研究コンセプトを実証するものであった。粘弾性測定から、延伸フィルムの力学特性はSEBS相が支配的であり、EB鎖の分子運動性は、延伸方向とそれに直交する方向に異方的であった。この異方性を説明するSEBS deformation modelを提案した。</p> <p>第3章では、延伸フィルムの酸素ガス透過係数(P_{O_2})、窒素ガス透過係数(P_{N_2})を調べた。フィルムのガス透過係数は延伸とともに増加し、一定値へ漸近した。P_{O_2}/P_{N_2}は延伸とともに減少し、ほぼ一定値3.0をしめした。このガス透過挙動をSEBS相のdeformation modelにより説明した。</p> <p>第4章では、高密度ポリエチレン多孔質層でMK-2F均質薄膜を挟み込んだ、三層複合中空糸膜を作製し、MK-2F均質薄膜のガス透過流量と相分離構造の関係を調べた。延伸に伴い、酸素透過流量(f_{O_2})および窒素透過流量(f_{N_2})は、増加し、2-5 μmの厚みにて、$f_{O_2} = 4-8.5 \times 10^{-6} \text{ cm}^3(25^\circ\text{C}) \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ cmHg}^{-1}$、$f_{O_2}/f_{N_2} = \sim 3.0$であった。TEM観察により、MK-2F薄膜はSEBSと(EEA+EPP)からなる3D-network構造を形成し、第1章の研究コンセプトを反映した相分離構造であった。</p> <p>第5章では、第4章で得られた、三層複合中空糸膜(膜面積 1m^2、MK-2F = 2 μm)に対して、IPAと現像液の脱気性能を調べた。現像液 およびIPAに対して、良好な脱気性能を示した。これらの脱気特性は、PTFEチューブでの脱気性能よりも優れていた。</p> <p>第6章では、本論文の総括を行い、提案した相分離構造が薄膜形成に有用であり、さらにガス分離膜に有用であると結論付けた。以上、審査の結果、本論文の著者は、博士(工学)の学位を授与されるに十分な資格があるものと認められる。</p>			

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。