

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	鈴木 翔
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論文題目 分離膜による脱湿プロセスの構築と評価 (Construction and evaluation of dehumidification process via membrane separation)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	都留 稔了	印
審査委員	教 授	福井 国博	印
審査委員	准教授	金指 正言	印
審査委員	准教授	木原 伸一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究では、脱湿(除湿)プロセスで使用される市販水蒸気透過膜である、パーフルオロスルホン酸中空膜に焦点を当て、その基礎的な水蒸気透過特性の取得と解析を行い、さらに膜モジュールの除湿シミュレーションへと応用した。</p> <p>博士論文の第1章では、研究概要と既往の研究の説明を行った。パーフルオロスルホン酸膜の水蒸気透過原理を示すとともに、水蒸気透過率が操作温度、相対湿度依存性を持つことを示した。一方で、既存研究の水蒸気透過率測定方法は、膜分離特性の考慮が不十分な方法であり、膜が擬平衡状態となる条件を設定し水蒸気透過率測定を行うことにより、従来よりも操作温度、相対湿度依存性が定量化されることを論じ、それが本研究の独創的な点であることを明確にした。</p> <p>第2章“パーフルオロスルホン酸中空膜の水蒸気透過性能評価”では、パーフルオロスルホン酸中空膜単体としての除湿性能評価を行った。擬平衡状態での水蒸気透過性能測定を行うための評価条件を検討した。操作温度 10-40℃、供給ガス相対湿度 0-90%の広範囲の水蒸気透過性能測定を行い、10, 20℃の高湿度域で 10^{-5} mol / (m² s Pa)程度の高い水蒸気透過率を得た。また、水蒸気透過率は温度が低くなるほど、相対湿度が高くなるほど増加した。一方で、供給ガス種依存性を検討したところ、CO₂ ガスを供給した際に水蒸気透過率が減少した。CO₂ ガスの水蒸気透過率への影響は、特に高湿度域で大きかった。</p> <p>第3章“溶解拡散則に基づいたパーフルオロスルホン酸中空膜の水蒸気透過率の解析および単管式除湿膜モジュール計算”では、溶解拡散則を用いて水蒸気透過率の解析、および除湿シミュレーションへの応用を行った。水蒸気透過率の温度依存性は溶解度係数の影響が支配的</p>			

であることが示され、相対湿度依存性は水蒸気拡散係数の影響が大きいことが示された。溶解度係数と水蒸気拡散係数のアレニウスプロットを用い、詳細な水蒸気透過率を定式化した。これを用いて、温度湿度によって膜軸方向で水蒸気透過率が変化する除湿膜モジュールの出口相対湿度計算を検討した。広範囲の操作温度(10-40℃)、相対湿度(0-90%)、膜間の相対湿度差が大きい条件、異なるスイープ方式(外部、自己)においても実験値と計算値は良好に一致した。

第4章“パーフルオロスルホン酸中空膜を用いた除湿モジュールの性能評価およびシミュレーション”では、パーフルオロスルホン酸中空膜の基礎的な除湿特性の応用例とし、市販除湿膜モジュールの除湿性能評価、および出口相対湿度計算を行った。膜モジュールは、膜が1本のシングル膜モジュールと、膜が複数本(膜束)のマルチ膜モジュールを対象とした。フィード側供給相対湿度 90%に対して、出口側相対湿度が 10%以下と大きく変化する条件でも、実験値と計算値は良好に一致した。また、膜束構造のモジュールでは、膜配置の影響を考慮する必要があるが、膜面積に対する有効係数となる、接触効率を検討することで、良好な除湿計算が行えた。

第5章では、本論文の結果を包括的に総括し、今後の研究展望を示した。

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十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。