

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Development of Membranes for the Air Dehumidification Applications
著者(和文)	KUDASHEVAAlina
Author(English)	Alina Kudasheva
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10624号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊東 章,久保内 昌敏,多湖 輝興,谷口 泉,下山 裕介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10624号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		Alina Kudasheva	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	伊東 章		教授		下山 裕介	准教授
	審査員	久保内 昌敏		教授	審査員		
		多湖 輝興		教授			
		谷口 泉		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は ”Development of Membranes for the Air Dehumidification Applications”と題し、英文で書かれており、以下の 7 章より構成されている。

第 1 章 ”Introduction”では、本研究の背景と目的が述べられている。空気からの除湿法は工業用から家庭用まで応用範囲が広く、既に各種除湿法が実用になっているものの、さらなる省エネルギー的除湿法の開発が求められている。本研究は膜分離法に着目したもので、本章では従来の膜除湿法を概観し、課題を明らかにした上で、液体膜に着目した本研究の目的と方針が示されている。

第 2 章 ”Membranes for the air dehumidification”では、空気からの除湿・水分回収試験を目的とした中型の平膜モジュールの製作とこれを用いた除湿プロセスの構成が述べられている。膜モジュールは超疎水性多孔質膜を利用し、その上に厚さ 10 μm 程度の親水性液体膜またはゲル膜を設置する。透過側を減圧した上でスweepエアーを流して透過した水蒸気を排出し、真空ポンプ出口で排出空気を室温で空冷して凝縮液として水分を回収する仕組みである。また、実験結果から透過係数を推算するための微分形式の数式モデルが示され、加えて湿度定点を利用した膜材料への水分収着の測定法についても記述されている。

第 3 章 ”Biopolymer composite membranes”では、各種バイオポリマーの除湿膜への応用が検討されている。バイオポリマーは環境にやさしい材料として分離膜への応用が期待される。ここでは高吸湿性の絹フィブロイン、DNA (タンパク質)、キトサン、寒天 (多糖類) 等をゲル状態の除湿膜として試験している。各膜材料共に除湿膜としての性能が明らかにされた。さらにこれに吸湿性塩の LiCl を混合することで膜の除湿性能の向上が見いだされた。得られたバイオポリマー膜の透過係数を高分子膜と比較して、水蒸気収着の傾向とあわせて水蒸気透過の特徴を考察している。

第 4 章 ”Aqueous salt solution membranes”では前章の結果を展開して LiCl など吸湿性塩自身を液体膜とする除湿法を提案して、その除湿性能が試験されている。吸湿性塩はその飽和湿度以上の湿度条件下で空気中の水分を吸収して液体膜とすることが可能であり、その薄膜は除湿性能を示す。最も除湿性能が大きかったのは吸湿性が最大の LiCl 塩による液体膜であった。その際液体膜の新規構成法として微粒子支持法も用いている。これは従来の含浸型液体膜における多孔質材料に代わり、ナノ粒子を液体膜の支持材料として用いる形式である。アルミナ、カーボンなど支持微粒子の効果も検討した結果、親水化処理カーボン微粒子支持法において除湿性能が最大であることが明らかにされている。

第 5 章 ”Ionic liquid membranes”では近年新規な分離機能材料として注目されているイオン液体を除湿膜として応用することを提案して、その除湿性能を試験している。イオン液体は一般に疎水性であるが、水蒸気収着試験によりいくつかのイオン液体が高吸湿性であることを見いだしている。これら吸湿性イオン液体を液体膜として除湿性能試験をおこない、3、4 章の材料と同程度の除湿性能があることを明らかにしている。イオン液体は拡散係数や粘度などの物性値が得られるので、測定した水蒸気溶解度と併せて溶解－拡散モデルで透過係数を予測し、実測値と比較して考察がなされている。

第 6 章 ”The effect of operating conditions on the air dehumidification performance”では本研究で除湿性能を実証した新規なエアースweep式膜除湿プロセスにおける操作条件の影響を検討している。操作温度、湿度、透過側圧力、膜厚さなどが装置の除湿性能におよぼす影響が実験とモデル解析の両面から明らかにされている。これらの操作条件と膜面積を適切に組み合わせることで達成可能な除湿性能が示されている。

第 7 章 ”Water permeability and overall efficiency of the air dehumidification membranes”では本研究全体を総括し、膜除湿法の今後の展望が述べられている。補足として除湿性能におよぼす膜面上の物質移動境界層の影響について考察がなされている。

これを要するに、本論文はゲル膜および液体膜による新規なエアースweep式膜除湿プロセスを考案し、各種膜材料毎の除湿性能を報告し、性能予測モデルを構築してこのプロセスの設計基礎を確立したものであり、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。