

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	全固体型アルカリ燃料電池膜-電極接合体のシステム設計
Title(English)	The System Design of Membrane Electrode Assembly for Solid-State Alkaline Fuel Cells
著者(和文)	張涵
Author(English)	Han ZHANG
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9314号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 猛央,岩本 正和,山元 公寿,菅野 了次,宍戸 厚,田巻 孝敬
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9314号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

本論文は、細孔フィリング膜を用いて、アイオノマーや無機イオン伝導材料を有する電極と接合することで、アルカリ溶液を一切利用しない(KOH-free)全固体型アルカリ燃料電池(SAFC)のシステムを構築し、システム中の水移動を検討することにより、発電性能を向上するためのシステム設計についてまとめたものであり、6章から構成される。

第1章の「緒論」では、本論文で行った「構成要素である電解質や電極の特性を考慮した KOH-free SAFC システムの構築、またその設計指標を見出す」ことが必要であり、SAFC システムの実用化に繋がることを示した。

第2章の「細孔フィリング膜を用いたシステム構築及び性能評価」では、細孔フィリング膜とアイオノマーを有する電極を用いた KOH-free SAFC のシステムを構築し、発電試験に初めて成功した。また、電極中のアイオノマー導入率と発電性能の関係を検討することで、高電流密度領域でのアイオノマー導入率の増加による電極中の細孔閉塞、また、低電流密度領域において、アイオノマー導入率の減少によるイオン伝導抵抗に由来する性能低下を解明した。以上より、システム設計を検討するための基盤を確立した。

第3章の「全無機電極材料の開発及び発電性能評価」では、層状複水酸化物 LDH と剥離した LDH を用いた全無機電極を開発し、細孔フィリング膜と接合することで、KOH-free SAFC システムへの応用が可能であることを示した。LDH と剥離した LDH の導入率を変化させ、電極の構造が発電性能へ与える影響を検討した。LDH を用いた電極は LDH の導入率の増加により、電極構造が均一になり、発電性能の向上が観察された。一方、剥離した LDH を用いた電極は剥離した LDH の導入率の増加につれ、電極構造が不均一となり、発電性能の低下が見られた。更に、電極構造が変化すると、電子伝導抵抗の増大が確認され、LDH や剥離した LDH 電極を用いる場合に、電極構造や電子伝導の考慮が重要であることを見出した。

第4章の「MEA を介した水移動観察による膜特性と発電性能の相関性解析」では、細孔フィリング膜とアイオノマーを有する電極を用いたシステムを基盤とし、水マスバランス手法を用いて、膜-電極接合体(MEA)を介した発電時の水移動を定量的に観察することに成功した。また、細孔フィリング膜の特性を変化させ、二種類の水移動方向が観察され、アノードからカソードへの水移動はカソードの相対湿度を補充するだけでなく、アノードでのフラッドイング現象を抑える効果もあるため、発電性能向上に有利であることを見出した。

第5章の「水移動を考慮した発電性能のモデル化とシステム水管理による発電性能の制御」では、水移動を考慮した発電性能モデルを構築し、MEA における水移動、膜特性と発電性能を結び付ける関係を解明した。発電性能は膜の水透過性や膜抵抗の湿度依存性に影響され、またアノードのフラッドイングにも影響されることを明らかになり、システム全体の水移動を把握することの重

要性を示した。更に、高い水透過性や低い膜抵抗を有する膜を用いて、システム全体の水管理により、発電性能が向上したことが観察され、電極材料を LDH に変更しても、発電性能が向上したことが確認できた。

第6章の「総括及び今後の展望」では、本論文の成果を総括し、今後の展望を示した。本研究を通して、細孔フィリング膜を用いたことで、SAFC のシステムを構築し、有機・無機電極を KOH-free のシステムへ応用することが可能であることを示した。また、電池性能を引き出すためのシステム設計により、膜の水透過性の確保とアノードにおけるフラッディングの抑制は発電性能の向上に対する重要なシステム設計指標であることを提案した。