

Title	直接メタノール型燃料電池アノード電極の構造設計に関する研究
Author(s)	杉村, 昌彦
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/49564">https://hdl.handle.net/11094/49564</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【47】

氏名	すぎむらまさひこ 杉村昌彦
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22584 号
学位授与年月日	平成21年1月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	直接メタノール型燃料電池アノード電極の構造設計に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤本 公三 (副査) 教授 平田 好則 教授 佐藤 武彦

## 論文内容の要旨

近年、携帯型電子機器のための小型で大容量な携帯型電源として液体燃料を用いて発電する直接メタノール型燃料電池(DMFC)が期待されているが、現状では効率が低く、小型化、大容量化のため多くの改良が望まれる。そのためには、触媒や電解質膜の開発以外に、触媒にメタノールを供給し導電路を確保する機能をもつ拡散層やセパレータの構造を最適に設計する必要がある。効率向上のための拡散層やセパレータの構造とは、触媒層メタノール濃度が最適で二酸化炭素濃度が最小、また低抵抗な構造である。これら触媒層内のメタノール濃度、二酸化炭素濃度、導電性と電池構造の関係の明確化により、任意の触媒と電解質膜に対して最適構造設計が可能となり効率向上が期待できる。本研究は、DMFCの効率向上を目指し、任意の触媒や電解質膜に対する適正な拡散層とセパレータの構造設計のため、構造と触媒層濃度および抵抗損失の関係の明確化を目的とする。

最初に、拡散層とセパレータの構造による触媒層濃度を与える影響を評価する解析モデルとして、繊維構造を有効拡散係数によってモデル化した。これは流体解析や濃度拡散の数値解析時に、繊維構造を直接モデル化せず計算できるため解析時間短縮に有利である。また、数値解析は、二酸化炭素気泡発生の有無により分類し行った。

まず、気泡無し条件下で解析を行い、拡散層とセパレータの構造因子の中で拡散層厚さとセパレータ流路-流路間距離が、触媒層濃度を与える影響が大きいことを示した。

次に、気泡有り条件下の解析のため、拡散層繊維構造中における二酸化炭素気泡挙動について二相流解析を行い、燃料電池動作中の気泡発生による拡散層繊維構造の空隙率低下割合を求めた。この空隙率低下割合から気泡発生下における拡散層の有効拡散係数を求め、数値解析を行い、高密度かつ高効率な燃料電池のためには、拡散層空隙率が大きく流路-流路間距離が狭いことが、重要であることを明らかにした。

さらに、これらの解析結果の内容を検証するために、セパレータ流路-流路間距離と拡散層厚さに対して電圧と濃度の比較を行い、その傾向の一致を確認した。

最後に、構造と抵抗損失との関係を検討するため、抵抗損失に影響を及ぼす因子であるセパレータの流路比率と抵抗損失の関係求めた。その結果と構造と濃度の関係を比較し、流路比率0.7で抵抗損失、濃度とも効率に対して有利であることが示唆された。これを電圧測定結果と比較した所、流路比率0.67で電圧が最大となり、解析による結果と一致した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、直接メタノール型燃料電池を対象とし、燃料電池を構成する拡散層とセパレータの設計を取り扱っている。本論文で提唱された手法が実用化されれば、任意の触媒や電解質膜に対して最適な拡散層やセパレータの設計を短期間で行うことができる可能性が高くなり、産業界に対する貢献度は高いと思われる。

これまでも燃料電池の供給燃料濃度や流路流束を解析する研究は数多く行われているが、主に流路内での濃度変化が触媒反応に対する損失を求めるものであり、拡散層やセパレータなどの各構成部材の構造が電池効率に与える影響は扱えない。しかし、本研究は拡散層繊維構造を含めたモデルを提案しており、触媒層に供給される燃料濃度を与える電池構造の影響を詳細に検討可能となるだけでなく、抵抗損失の影響も扱うことができ、その応用範囲は大きく広がる。小型携帯端末向け燃料電池の最適構造設計も視野にいられており、新規性と、より高い汎用性が認められる。

また、燃料電池内における二酸化炭素気泡発生の影響による構造設計の困難さを、簡易な繊維構造モデルによる気液二相流数値解析により解決している。解析した結果は、気泡影響の寄与率が高い影響のみを取り扱うことにより構造設計のための数値解析と連携しており、短時間で数値解析に気泡影響を導入することが達成されている。燃料電池内の気泡影響を定量的に検討する手法は、燃料電池の構造設計の分野ではなじみがなく、学術的な価値と新規性が認められる。

以上のように、論文は産業界への貢献度の高さ、学術的な新規性、既知の手法の異分野における新たな価値の発見が認められ、論文としての完成度も不備はない。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。