


学位論文の要旨

ふりがな 氏名	ふなはし よしひろ 舟橋 佳宏	
学位論文題目 マイクロチューブ型固体酸化燃料電池を用いた発電ユニット作製に関する研究 (英訳又は和訳 Studies of Fabricating Power Units Using Micro Tubular Solid Oxide Fuel Cells)		
第 1 章 序論 高い発電効率が得られることから、固体酸化燃料電池 (SOFC) は、多くの研究開発がされているが、セラミックスで構成された燃料電池部が急な熱サイクルにて破損しやすく、どのような用途にも適した技術となっていない状況がある。こうした状況の中、本研究では、熱サイクルに最も強い構造のひとつであるマイクロチューブ形状の SOFC を集積することで、様々な用途へ展開可能な発電ユニットとして実現できるよう、できる限り単純な作製技術の確立と、発電ユニットを実現するための検討を行った。 第 2 章 マイクロチューブ型 SOFC の研究 燃料極を支持体とするマイクロチューブ型 SOFC について、燃料極表面に薄い電解質を形成し、同時焼成する作製するプロセスを確立すると同時に、電解質の緻密度、膜厚を変化させることなく、燃料極組織を任意で制御できる手法を確立した。具体的には、造孔材に PMMA ビーズを用いた場合には、その添加量を変化させた場合においても燃料極の焼成収縮挙動が変化することはないことを見出し、燃料極と電解質の同時焼成による作製技術において、電解質の緻密度、膜厚を変化させることなく、任意の気孔率の燃料極とすることが出来るようになった。 第 3 章 チューブ集積用多孔体の研究 マイクロチューブ型 SOFC を配列、集積するための溝つき集積用多孔体に関する組織制御に関して検討を行い、70%を超える高い気孔率を有する多孔体の作製に成功した。原料粒子径、造孔材添加量、造孔材粒子径がガス透過係数に大きく関わることを確認すると同時に、LSCF を原料とした場合、焼成温度を高くしたほうが高い電気伝導率を得られることを確認した。 第 4 章 並列接続したセル集積体の研究 第 2 章、第 3 章で得た結果を元に、チューブ型セルを LSCF 多孔体で並列接続にて集積したセル集積体について、その特性把握を行った。1 本のチューブ型セルで発電試験をした結果と、1cm×1cm×1cm のセル集積体で発電試験をした結果を比較した時、電極面積あたりの出力密度は同等であることを確認し、1cm ³ のセル集積体から得られた出力は、550℃で 0.7V 出力時に、2.1W であった。		

続紙 有 無

ふりがな 氏名	ふなはし よしひろ 舟橋 佳宏
------------	--------------------

従来にない高い出力密度をマイクロチューブ型 SOFC のセル集積体にて得られる可能性を見出した。

第5章 セル集積体のシミュレーション解析(1)

第4章にて検討したセル集積体について、シミュレーションソフトを用いて、発電条件下における集積体内部の温度分布、発熱分布など、その問題点の把握を行った。セル集積体内部での発熱がチューブ型セル電極面での発熱がほとんどであり、0.7V、2W出力のとき、1 cm³のセル集積体内の温度分布は100℃以上となる結果が得られ、温度分布の低減が必要である。

第6章 直列接続を導入したセル集積体の研究

第5章において確認された課題を解決するため、セル集積体サイズを大きくするため、セル集積体の構造を改善するアイデアとその製造方法について検討を行った。セル集積体に用いる集積用多孔体について、LSCF多孔体からMgO多孔体へと変更し、セル集積体内部に直列接続を導入することで、セル集積体の大型化を可能にした。また、MgO多孔体を用いることで、空気の圧力損失が低減可能となると同時に、熱伝導率向上によるセル集積体内部の温度分布低減にも期待できる。

第7章 セル集積体のシミュレーション解析(2)

第6章にて検討を行った直列接続を導入したセル集積体について、シミュレーションを行うことで、直列接続を導入したセル集積体の課題を明確にした。その結果、MgO多孔体を用いたことで運転時におけるセル集積体内部の温度分布が約30℃となり、セル集積体内部の温度分布が低減でき、実用的な構造が見出せた。一方で、チューブ型セルの長手方向への燃料極や空気極表面集電部の電気抵抗やセル集積体の直列接続を行う電流パス部の電気抵抗による出力ロスが、27.8%存在することが分かり、その低減が必要となる。

第8章 セル集積体のガスシール層形成の研究

セル集積体へのガスシール層形成手法について、ガラスシートとガラスペーストを併用する形態にて検討を行った。ガラス粉末にマグネシア粉末を添加することにより、熱処理時の形状安定性を向上できることを確認すると同時に、マグネシア粉末の添加量は20vol.%が上限である事を確認した。セル集積体へのガスシール層の形成については、厚さ200μmのMgOを添加しないガラスシートを、MgOを15vol.%添加したガラスペーストにて貼り付けることで、ガラスシートの熱処理時の収縮量が0.2%に抑えられ、実際のセル集積体にガスシール層を形成することに成功した。



第9章 モジュール構造の検討

第2章～第8章の検討にて得られた、セル集積体(図1)に燃料マニホールド、空気マニホールド、集電板を同時に簡便な手法で取りつけるモジュール化技術について、検討を行った。モジュールの組立ては、一対の燃料マニホールドおよび一対の空気マニホールドを兼ねた集電板、合計4ヶの金属部品をボルトにて締め付けるのみで組立てができる構造としており、組立ての際、燃料マニホールドとセル集積体の間にコンプレッションシール材を挟むことで、燃料と空気のガスシールを実現している。組み立てたモジュール(図2)にて発電したところ、15段直列接続したチューブ型セルにて、O.C.V.14.5V、出力80Wを確認できた。現段階では、第4章にて得た $2\text{W}/\text{cm}^3$ の出力密度を実現できていないが、発電動作の確認は出来ているため、基本的なマイクロチューブ型セルを用いた発電ユニット(モジュール)の作製技術を確立できたと考えられた。

第10章 総括

以上、本研究においてマイクロチューブ型SOFCの作製～集積技術を検討することにより、その発電ユニットを実現する上で有効な作製技術を見出すとともに、検討しなくてはならないマイクロチューブ型SOFC独自の課題を見出すことが出来た。この技術を基本として、本研究で見出された課題を検討改善していくことで、将来、様々な用途へと展開が可能なSOFC発電ユニットの実現が期待できる。

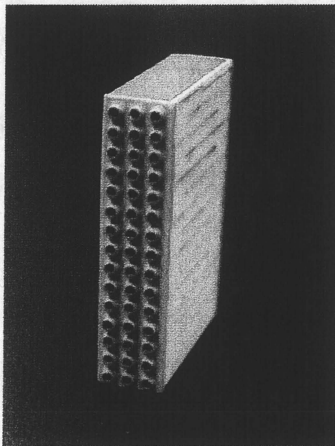


図1 セル集積体の外観写真

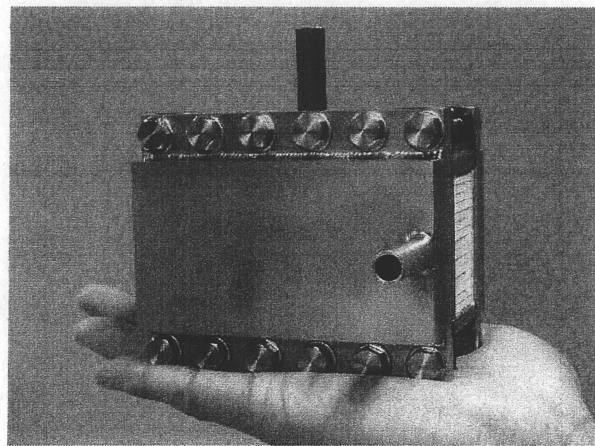


図2 セル集積体8個を集積したモジュールの外観写真