

氏名	SALMIE SUHANA BINTI CHE ABDULLAH
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第5558号
学位授与の日付	平成29年 3月24日
学位授与の要件	自然科学研究科 化学生命工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	A study on the ionic conductivity and SOFC performance of doped CeO ₂ ceramics under millimeter-wave irradiation heating (ミリ波照射加熱の下でのドーパされたCeO ₂ セラミックスのイオン伝導率およびSOFC性能の研究)
論文審査委員	教授 岸本 昭 教授 藤井達生 教授 後藤邦彰 准教授 林 秀考

学位論文内容の要旨

The doctoral thesis is divided into four chapters. Follows are the brief description of each chapters:

Chapter 1: Research background

This thesis starts with the introduction and comprehensive review of the solid oxide fuel cell and microwave technology. It covers the principle and problems involved in SOFC and the advantages of microwave which leads to the motivation of this study. Next, detailed scope of the research work is described.

Chapter 2: Electrical conductivity of doped ceria under millimeter-wave irradiation heating

This chapter begins with the introduction of the material studied in this research, namely Ce_{1-x}M_xO_{2-x/2} (M=Gd or Sm). Specific objectives of the work in this chapter are also given. Detailed flows of the methodology starting from powder and sample preparation, sample characterization, experimental setup for conductivity measurement under conventional and MMW irradiation heating including for optimization of thermal environment, absorptivity measurement under MMW irradiation heating and investigation of ionic transport number are described here. Then, comprehensive discussions on the results for each measurement are presented.

Chapter 3: Performance of SOFC single cell under millimeter-wave irradiation heating

This chapter begins with the introduction of the method to evaluate the performance of SOFC and available designs of cell. Specific objectives of the work in this chapter are also given. Then, the methodology for fabrication of single cell including the preparation of each part of the cell is describes in details. The measurement setup for performance evaluation under conventional and MMW irradiation heating is given here. This includes the conditioning process prior to measurement, optimal single cell and system conditions, and thermal insulation for measurement under MMW. The performance of single cell under conventional and MMW irradiation heating is compared and discussed.

Chapter 4: Conclusions

Finally, this thesis ends with conclusions derived from this research, giving the answer to the objectives of this study. Some recommendations are also given for future work.

論文審査結果の要旨

マイクロ波のうちミリ波は多くのセラミックスで吸収され、自己発熱をもたらす。ミリ波照射加熱により、迅速・選択的に対象物質を加熱できるために、材料合成や物質創製に利用されてきた。本学位論文での研究では、このミリ波照射加熱を高温酸化物型燃料電池（SOFC）の加熱方式として用いようとの提案である。SOFCの加熱にミリ波を用いると、セルのみを迅速に動作温度まで到達することができるため、需要がある時に少ないエネルギー投入量で発電できるとの利点が考えられる。これとは別にミリ波加熱による非熱効果が報告されており、燃料電池における酸化物イオンの移動が促進するとの報告を論文提出者の所属研究室で行っている。

今回論文提出者はこれまでのジルコニア系ではなく、セリア系固体電解質においても、ミリ波照射下でのイオン伝導度の促進を見出している。各種添加物の量を変化させ、ミリ波吸収度合いとイオン促進の割合を比較したところ、吸収度合いとは直接相関せず、非熱的な効果による促進が示唆された。

セリア系固体電解質を用い燃料電池を作製し、通常加熱およびミリ波照射加熱での電池の発電特性を比較したところ、同じ温度でも50%以上の発電特性の向上が認められた。この発電効率向上を、電解質の導電率向上に伴う、オーム損失の低減と結びつけて議論した。この実証実験は、燃料電池の動作温度を変えない場合、ミリ波照射の工学的利点とあわせ、投入エネルギーを差し引いた正味の出力向上を示している。また、同じ出力をより低温で得られるため、発電までの時間を短縮できるほか、構成材料を汎用、安価で、耐久性が高いものに代替することが可能である。

以上のように論文提出者は、SOFCの加熱方式として、ミリ波照射を用い、電解質の導電率向上の確認とセルの出力向上を実証している。得られた結果は、これまで欠点とされてきたSOFCの長時間耐久性を克服し、これまでに実現できなかったオンデマンド発電の可能性を示した優れた研究であるため、博士（学術）の資格を与えるにふさわしいものとして考えられる。