

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月3日現在

機関番号：82108
 研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22310053
 研究課題名（和文）二酸化炭素排出削減に資するナノヘテロ組織構造制御による家庭用燃料電池デバイス設計
 研究課題名（英文） Design of residential scale fuel cells by nano-structural control techniques for minimization of CO₂ gas emission
 研究代表者
 森 利之（MORI TOSHIYUKI）
 独立行政法人物質・材料研究機構・電池材料ユニット・グループリーダー
 研究者番号：80343854

研究成果の概要（和文）：酸化物形固体電解質デバイス内の電極/固体電解質界面を分析電顕により解析した結果、双方の構成成分元素が界面を介し、母相と異なる欠陥構造を形成しつつ、等距離拡散（mutual diffusion と命名）して反応拡散層を形成することが分かった。また欠陥構造シミュレーションにより、欠陥構造の正体も明らかにした。さらに、活性金属-酸素欠陥-セリア・クラスター構造を持つ界面の作成が、500℃以下（中温域）の動作温度での燃料電池高性能化に有用であることを示した。

研究成果の概要（英文）：The hetero-interface between cathode(or anode)/doped ceria electrolyte was characterized by using analytical TEM. The equal length diffusion of components of electrodes and electrolyte which was named as ‘mutual diffusion’ was observed. This equal length diffusion of components of electrodes and electrolyte through the interface made the super-structure which is difference from matrix. The formation of super-structure by mutual diffusion would decrease the performance of solid oxide fuel cell below 500°C. To enhance the performance of solid oxide fuel cells which operation temperature is below 500°C, it is found that the design of hetero-interface which consists of the active metal-oxygen vacancy-CeO_x clusters is important.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2011年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2012年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
年度			
総計	7,100,000	2,130,000	9,230,000

研究分野：環境学

科研費の分科・細目：環境保全学 環境技術・環境負荷低減

キーワード：ナノヘテロ界面構造解析、ドーパドセリア、固体電解質、マイクロドメイン、アノード界面、カソード界面、薄膜燃料電池、シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

酸化物燃料電池デバイス中に存在する『カソード/固体電解質界面』及び『アノード/固体電解質界面』に関する研究では、主として、不純物の性能低下に及ぼす影響が注目されてきたが、界面における元素の拡散と、それ

に伴い発生する欠陥構造の変化に関する議論は、まったくなされておらず、中温域（500℃以下）における燃料電池デバイス開発の進歩を遅らせていた。

2. 研究の目的

酸化物形燃料電池デバイス作成過程において生じる元素の拡散とそれに伴い形成される酸素欠陥構造の変化を解明し、それらの実験結果にもとづく、機能性界面作成法に関する提案を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

酸化物形燃料電池デバイスは、多孔質アノード上にGdドープセリアまたはYドープセリア膜を電気泳動法（またはミストCVD法）により形成し、その後、カソードを塗布する手法により作成した。このデバイス界面の微細構造は、分析透過電子顕微鏡を用いて観察し、その観察結果を合理的に考察するために、inter-atomic potential と shell model を用いた欠陥構造シミュレーションを行い、界面の酸素欠陥構造の特徴を明らかにした。

こうした微細構造観察と欠陥構造シミュレーション結果をもとに、燃料電池性能の向上に資する界面のあり方の提案を行うために、電極/セリア界面の作成法に関する1つの提案を行った。

4. 研究成果

中温域（500℃以下）における燃料電池デバイス内の界面機能を向上させることを目的に、アノード(Ni-Gd doped CeO_x)/固体電解質(Gd doped CeO_x)界面の微細構造観察を行った。(図1)

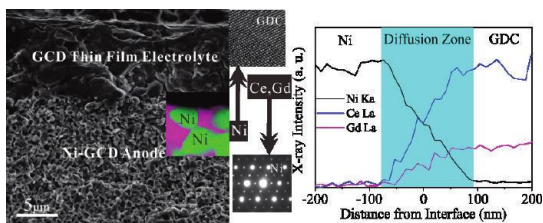


図1 アノード/固体電解質界面の解析。

図1より、界面をはさみ、両側から元素が等距離拡散しあう現象が確認された。これは、粒界を通して元素の拡散が起こる際、母相とは異なる欠陥構造（超構造）の形成をへて、元素の拡散現象が起こることによって考えられ、従来の相互拡散(Inter diffusion)とはことなることから、この双方向等距離拡散を『Mutual diffusion』と命名し、区別することとした。また、アノード内においても、mutual diffusion は、至るところに観察され、その際に形成される超構造が、アノード特性の低下をもたらすものと考察した。

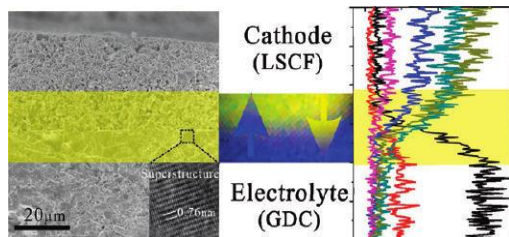


図2 カソード/固体電解質界面の解析。

カソード(La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.8}Fe_{0.2}O₃)/ドープドセリア固体電解質界面においても、同様な現象が観察され(図2)、この界面の欠陥構造の変化を明らかにし、その対策を提案することが重要であることが分かった。

分析電顕観察結果をもとに、Ce³⁺、カチオン及び酸素欠陥からなる酸素欠陥構造の推定を欠陥構造シミュレーションにより行った(図3)。

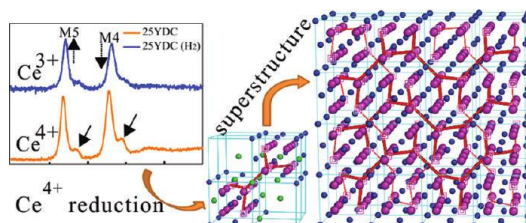


図3 欠陥構造シミュレーション結果。

その結果、本研究で新たに『ダンベル構造』と名付けた酸素欠陥クラスターが集積し、超構造(Super-structure)が形成されたことを明らかにした。

この超構造を大きくしていくと、最終的には、Y₂O₃にみられる酸素欠陥が多量に秩序化したC型希土類構造になることも欠陥構造シミュレーションから確認されたことから、界面やバルク内における、こうした会合酸素欠陥構造の発達が特性の低下につながっていたものと考察した。

以上の結果をもとに、電極性能を向上させることを可能にする界面構造を提案するために、Pt と CeO_x からなる界面を作製したところ、従来のPt電極性能を超える性能を確認し、燃料電池性能の改善においても、その効果を確認した。そこで、その界面を分析電顕で観察し、その結果をもとに酸素欠陥構造シミュレーションを行った結果、図3とは異なる金属-酸素欠陥-酸化物クラスター構造が考えられ、この構造が発達していくと、図3で議論した欠陥構造とは異種ではあるが、やはりC型希土類構造類似の構造になることも明らかになった(図4)。

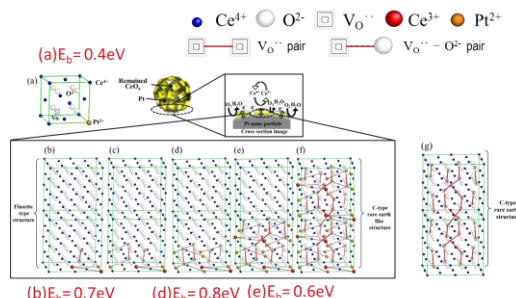


図4 白金/セリア界面欠陥構造シミュレーション。

以上のように、本研究により、燃料電池デバイス作成中に発生する界面での拡散現象により生まれる燃料電池性能を低下させる

欠陥構造の正体を明らかにすると共に、性能向上に資する界面欠陥構造のあるべき姿の1例を示すことにも成功した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 33 件)

1. Ma J L, Ye F, Ou D R, Li L L, and Mori T, Structures of defect clusters on ceria {111} surface, *Journal of Physical Chemistry C*, Vol. 116 (49), pp. 25777–25782 (2012). 査読有り
DOI: 10.1021/jp306699r
2. Fugane K, Mori T, Ou D R, Yan P F, Ye F, Yoshikawa H, and Drennan J, Improvement of cathode performance on Pt-CeO_x by optimization of electrochemical pre-treatment condition for PEFC application, *Langmuir*, Vol.28(48), pp.16692- 16700 (2012). 査読有り
DOI: 10.1021/la302912r
3. Yan P F, Mori T, Suzuki A, Wu Y Y, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Grain boundary's conductivity in heavily yttrium doped ceria, *Solid State Ionics*, Vol.222-223, pp.31-37 (2012). 査読有り
DOI: 10.1016/j.ssi.2012.06.026
4. Li Z P, Mori T, Zou J, and Drennan J, Optimization of ionic conductivity in solid electrolytes through dopant-dependent defect cluster analysis, *Physical Chemistry Chemical Physics*, Vol.14(23), pp 8369–8375(2012). 査読有り DOI: 10.1039/c2cp40845g
5. Masuda T, Fukumitsu H, Fugane K, Togasaki H, Matsumura D, Tamura K, Nishihata Y, Yoshikawa H, Kobayashi K, Mori T, and Uosaki K, Role of cerium oxide in the enhancement of activity for oxygen reduction reaction at Pt-CeO_x nanocomposite electrocatalyst - An in situ electrochemical X-ray absorption fine structure study, *Journal of Physical Chemistry C*, Vol. 116 (18), pp 10098–10102 (2012). 査読有り
DOI: 10.1016/j.electacta.2011.02.034
6. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Incubational domain characterization in lightly doped ceria, *Journal of Solid State Chemistry*, Vol.192, pp.28-33(2012). 査読有り
DOI: 10.1016/j.jssc.2012.03.051
7. Ye F, Ou D R, and Mori T, Microstructural evolution in a CeO₂-Gd₂O₃ system, *Microscopy and Microanalysis*, Vol.18(1), pp.162-170(2012). 査読有り DOI: 10.1017/S1431927611012396
8. Li Z M, Mori T, Yan P F, Wu Y Y, and Li Z P, Preparation and performance of intermediate-temperature fuel cells based on Gd-doped ceria electrolytes with different compositions, *Materials Science and Engineering B*, Vol.177(17), pp.1538 -1541

(2012). 査読有り

DOI: 10.1016/j.mseb.2012.03.043

9. Li Z P, Mori T, Ye F, Ou D R, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Cerium-reduction- induced defects clustering, ordering, and associated microstructure evolution in yttrium-doped ceria, *Journal of Physical Chemistry C*, Vol.116(9), pp.5435- 5443(2012). 査読有り

DOI: 10.1021/jp211579f

10. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Nanodomain formation and distribution in Gd-doped ceria, *Materials Research Bulletin*, Vol.47(3), pp.763- 767(2012). 査読有り
DOI: 10.1016/j.materresbull.2011.12.010

11. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, Drennan J and Miyayama M, Nano-structure analysis of interface in anode supported Gd-doped ceria thin film electrolyte, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, Vol.37(3), pp.389-392(2012). 査読有り

12. Mori T, Ou D R, Zou J, and Drennan J, Present status and future prospect of design of Pt-cerium oxide electrodes for fuel cell applications, *Progress in Natural Science: Materials International*, Vol22(6), pp.561-571 (2012). 査読有り

DOI: 10.1016/j.pnsc.2012.11.010

13. 森 利之, 燃料電池の現状・課題と将来の夢, *耐火物*, Vol.64(1), pp.2-12(2012). 査読なし

14. Li Z P, Mori T, Ye F, Ou D R, Zou J, and Drennan J, Structural phase transformation through defect cluster growth in Gd-doped ceria, *Physical Review B*, Vol.84(18), article number: 180201(R), pp.1-5 (2011). 査読有り

DOI: 10.1103/PhysRevB.84.180201

15. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Two types of diffusions at the cathode/electrolyte interface in IT-SOFCs, *Journal of Solid State Chemistry*, Vol.184(9), pp. 2458–2461 (2011). 査読有り

DOI: 10.1016/j.jssc.2011.07.021

16. Ou D R, Mori T, Fugane K, Togasaki H, Ye F, and Drennan J, Stability of ceria supports in Pt-CeO_x/C catalysts, *Journal of Physical Chemistry C*, Vol.115(39), pp.19239-19245 (2011). 査読有り DOI: 10.1021/j205640k

17. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, Drennan J, and Miyayama M, The diffusions and associated interfacial layer formation between thin film electrolyte and cermet anode in IT-SOFC, *Journal of Alloys and Compounds*, Vol.509(40), pp. 9679-9684 (2011). 査読有り
DOI: 10.1016/j.jallcom.2011.07.080

18. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Mutual diffusion occurring at the interface between La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.8}Fe_{0.2}O₃ cathode

- and Gd-doped ceria electrolyte during IT-SOFC cell preparation, *ACS Applied Materials & Interfaces*, Vol.3(7), pp.2772-2778(2011). 査読有り DOI: dx.doi.org/10.1021/am2005543
19. Li Z P, Mori T, Ye F, Ou D R, Zou J and Drennan J, Ordered structures of defect clusters in gadolinium-doped ceria, *Journal of Chemical Physics*, Vol.134(22), article number: 224708, pp.1-7(2011). 査読有り
DOI: 10.1063/1.3599089
20. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J and Miyayama M, Diffusion and segregation along grain boundary at the electrolyte-anode interface in IT-SOFC, *Solid State Ionics*, Vol.191(1), pp. 55-60(2011). 査読有り DOI: 10.1016/j.ssi.2011.03.021
21. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Superstructure formation and variation in Ni-GDC cermet anodes in SOFC, *Physical Chemistry Chemical Physics*, Vol.13(20), pp.9685- 9690 (2011). 査読有り
DOI: 10.1039/c1cp20296k
22. Ou D R, Ye F, and Mori T, Defect clustering and local ordering in rare earth co-doped ceria, *Physical Chemistry Chemical Physics*, Vol.13(20), pp.9554-9560 (2011). 査読有り
DOI: 10.1039/c0cp02174a
23. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Guo Y, Zou J, Drennan J, and Miyayama M, Mutual diffusion and microstructure evolution at the electrolyte-anode interface in intermediate temperature solid oxide fuel cell, *Journal of Physical Chemistry C*, Vol.115(14), pp.6877-6885(2011). 査読有り
DOI: 10.1021/jp201105p
24. Ou D R, Mori T, Togasaki H, Takahashi M, Ye F, and Drennan J, Microstructures and metal-support interaction of the Pt-CeO₂/C catalysts for direct methanol fuel cell application, *Langmuir*, Vol.27(7), pp.3859-3866(2011). 査読有り DOI: 10.1021/la1032898
25. Fugane K, Mori T, Ou D R, Suzuki A, Yoshikawa H, Masuda T, Uosaki K, Yamashita Y, Ueda S, Kobayashi K, Okazaki N, Matolinova I and Matolin V, Activity of oxygen reduction reaction on small amount of amorphous CeO_x promoted Pt cathode for fuel cell application, *Electrochimica Acta*, Vol.56(11), pp.3874-3883(2011). 査読有り
DOI: 10.1016/j.electacta.2011.02.034
26. Li Z P, Mori T, Auchterlonie G, Zou J, and Drennan J, Direct evidence of dopant segregation in Gd-doped ceria, *Applied Physics Letters*, Vol.98(9), article number 093104, pp.1-3 (2011). 査読有り DOI: 10.1063/1.3556650
27. Li Z P, Mori T, Ye F, Ou D R, Zou J, and Drennan J, Dislocation associated incubational domain formation in lightly gadolinium-doped ceria, *Microscopy and Microanalysis*, Vol.17(1), pp.49-53(2011). 査読有り
DOI: 10.1017/S143192761009416X
28. 森 利之, ソフト化学的手法によるナノ粒子バルク体の創製, *ケミカルエンジニアリング*, Vol.56(10), pp.35-41(2011). 査読なし
29. Yan M, Mori T, Zou J, and Drennan J, Microstructural and chemical aspects of working temperature aged Ca-doped CeO₂, *Journal of the European Ceramic Society*, Vol.30(12), pp.2505-2513 (2010). 査読有り
DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2010.04.036
30. Ye F, Mori T, Ou D R, Zou J, Drennan J, Nakayama S, and Miyayama M, Effect of nickel diffusion on the microstructure of Gd-doped ceria (GDC) electrolyte film supported by Ni-GDC cermet anode, *Solid State Ionics*, Vol.181(13-14), pp.646-652(2010). 査読有り
DOI: 10.1016/j.ssi.2010.03.012
31. Yan M, Mori T, Zou J, Huang H, and Drennan J, Microstructures and mechanical properties of Ce_{1-x}Ca_xO_{2-y} (x = 0.05, 0.1, 0.2) with different sintering temperatures, *Journal of the European Ceramic Society*, Vol.30(3), pp. 669-675 (2010). 査読有り
DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2009.09.005
32. Li Z P, Mori T, Ye F, Ou D R, Zou J, and Drennan J, Dislocation associated incubational domain in lightly gadolinium doped ceria, *Solid State Ionics, Fundamental Researches and Technological Applications*, pp.912-921, (2010). 査読有り
33. Mori T, Ou D R, Ye F, Zou J, Drennan J, and Cormack A N, Nano-structure design of doped ceria solid electrolytes for intermediate temperature operation of solid oxide fuel cell, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, Vol.35(3), pp.431-441(2010). 査読有り
〔学会発表〕(計 41 件)
1. Mori T, Micro-structural features of interfaces in the doped ceria for fuel cell applications (Invited), International Union of Materials Research Society (IUMRS)-ICEM 2012. 2012年9月27日(Yokohama, Kanagawa).
2. Chauhan S, Mori T, Richards G J, Hill J P, and Ariga K, Convenient low content and low temperature synthesis of the interface on Pt decorated ceria nanowire anode for high activity of methanol electro-oxidation, International Union of Materials Research Society (IUMRS)-ICEM 2012, 2012年9月27日(Yokohama, Kanagawa).
3. Wu Y Y, Mori T, Yan P F, Dendo K and Suzuki A, A new method for decreasing the Pt particle size in electrode for SOEC, International Union of Materials Research Society (IUMRS)-

ICEM 2012, 2012年9月26日(Yokohama, Kanagawa).

4. Yan P F, Mori T, Wu Y Y, and Suzuki A, Grain boundary conductivity in heavily doped ceria, International Union of Materials Research Society (IUMRS)-ICEM 2012, 2012年9月26日(Yokohama, Kanagawa).

5. Togasaki H, Mori T, Noguchi H, Ito M, Masuda T, Uosaki K, Yoshikawa H, Ou D R, Matolin V, and Drennan J, CO tolerance of Pt on Pt-CeO_x/CB anode improved by strong ligand effect in methanol oxidation reaction, International Union of Materials Research Society (IUMRS)-ICEM 2012, 2012年9月26日(Yokohama, Kanagawa).

6. Fugane K, Mori T, Wu Y Y, Yan P F, Suzuki A, Yoshikawa H, Yamamoto S, Maekawa Y, Masuda T, and Uosaki K, Structural characterization of interface between Pt and Ce oxide layer in Pt-CeO_x thin film electrode for polymer electrolyte fuel cell application, International Union of Materials Research Society (IUMRS)-ICEM 2012, 2012年9月26日(Yokohama, Kanagawa).

7. 府金慶介、森 利之、山本春也、前川康成、吉川英樹、山下良之、上田茂典、ウラディミール マトリン、鈴木 彰、増田卓也、魚崎浩平, Pt-CeO_xモデル電極触媒による電気化学的前処理と酸素還元反応活性向上に与える界面構造の検討, 電気化学会第79回大会, 2012年3月29日(アクトシティ浜松, 浜松).

8. 森 利之, 分析電顕を活用した燃料電池SOFC用材料研究, 日本化学会第92春季年会 エネルギー・環境問題と材料化学構築学, 2012年3月25日(慶應義塾大学日吉キャンパス).

9. 府金慶介、森 利之、ディン ロン オウ、鈴木 彰、増田卓也、魚崎浩平, 酸素還元反応における電気化学的前処理が Pt-CeO_x/CB カソードの酸素還元反応活性に与える影響, セラミックス基礎科学討論会第50回記念大会, 2012年1月13日(国際ファッションセンター, 東京).

10. 森 利之, 増田卓也, 府金慶介, 戸ヶ崎寛孝, 松村大樹, 田村和久, 西畑保雄, 魚崎浩平, その場 XAFS 観察手法を活用した燃料電池用電極材料設計, 第5回次世代ナノ連続研究会・燃料電池, 2011年12月27日(兵庫県立大学, 兵庫県).

11. Chauhan S, Mori T, Richards G J, Togasaki H, Hill J P, Ariga K, CO tolerance of low platinum content electrocatalyst for polymer electrolyte fuel cell, 第21回日本 MRS 学術シンポジウム, 2011年12月21日(横浜, 神奈川県).

12. Dendo K, Mori T, Fugane K, Ariga K, Okazaki N, Preparation of functional Pt-O-Ce interface on electrodes fuel cell application,

第21回日本 MRS 学術シンポジウム, 2011年12月21日(横浜, 神奈川県).

13. Fugane K, Mori T, and Suzuki A, Improvement of oxygen reduction reaction activity on Pt-CeO_x cathode by electrochemical pre-treatment condition for PEFC application, 第21回日本 MRS 学術シンポジウム, 2011年12月21日(横浜, 神奈川県).

14. Togasaki H, Mori T, Suzuki A, Yoshikawa H, Noguchi H, Masuda T, Uosaki K, Udea S, Yamashita Y, Kobayashi K, Matolin V, Ou D R, Drennan J, Influence of the adsorbed OH at Pt-CeO_x/CB anode on electro-oxidation reaction of methanol. 第21回日本 MRS 学術シンポジウム, 2011年12月21日(横浜, 神奈川県).

15. 森 利之, Li Z P, Wu Y Y, Dendo K, Yan P F, Zou J, Drennan J, Micro-structural features of interfaces in Gd doped ceria devices for intermediate temperature operation of solid oxide fuel cells, 第21回日本 MRS 学術シンポジウム, 2011年12月19日(横浜, 神奈川県).

16. Drennan J, and Mori T, Structural Phase Transformation through defect cluster growth in Gd-doped ceria, International Symposium on EcoTopia Science 2011, 2011年12月11日(名古屋大, 愛知県).

17. Mori T, Fugane K, Togasaki H, Masuda T, Noguchi H, Uosaki K, Design of different type/different quality interfaces on electrodes in fuel cells, 7th Nanjing-Suzhou- Hokkaido- NIMS/MANA Joint Symposium on Frontier, 2011年11月12日(Nanjing University, China).

18. 森 利之, 燃料電池の現状・問題と将来の夢, 第27回セメント用耐火物研究会 特別講演, 2011年05月18日(日本教育会館, 東京).

19. 戸ヶ崎寛孝, 森 利之, 鈴木彰, Ou D R, Li Z P, 吉川英樹, 上田茂典, 山下良之, 小林啓介, Matolin V, Drennan J, 低担持量 Pt-CeO_x/Carbon black 複合アノードの CeO₂/Pt 比が CO 耐性に与える影響, 第49回セラミックス基礎科学討論会, 2011年1月12日(岡山コンベンションセンター, 岡山県).

20. 府金慶介, 森 利之, 増田卓也, 魚崎浩平, 前処理が Pt-CeO_x/CB 複合カソードの酸素還元反応活性に与える影響, 第49回セラミックス基礎科学討論会, 2011年1月12日(岡山コンベンションセンター, 岡山県).

21. Fugane K, Mori T, Masuda T, Uosaki K, Yamamoto S, and Maekawa Y, Investigation of oxygen reduction reaction on Pt-CeO_x model interface for polymer electrolyte fuel cells, 第20回日本 MRS 学術シンポジウム, 2010年12月22日(横浜, 神奈川県).

22. Yan P F, Wu Y Y, and Mori T, Dislocations in

Yttrium doped ceria, 第20回日本MRS学術シンポジウム, 2010年12月22日(横浜、神奈川県).

23. Li Z P, Mori T, Ye F, Ou D R, and Drennan J, Oxygen Vacancy Ordering Evolution of Yttrium-Doped Ceria in Reducing Atmosphere, The 17th International Microscopy Congress (IMC17), 2010年9月24日(Windsor Barra Hotel, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil).

24. 府金慶介, 森 利之, 鈴木 彰, 中村紀久, 吉川英樹, 上田茂典, 山下良之, 小林啓介, Matolin Vladimir, 少量の CeO_x を助触媒とした $Pt-CeO_x$ カソードの酸素還元活性の検討, 2010年電気化学秋季大会, 2010年9月3日(神奈川工科大学, 神奈川県).

25. 戸ヶ崎寛孝, 森 利之, Ye Fei, 吉川英樹, 上田茂典, 山下良之, 小林啓介, Vladimir Matolin, Drennan J, $Pt-CeO_x/CB$ 複合アノードの表面電子状態が CO 耐性に与える影響, 2010年電気化学秋季大会, 2010年9月3日(神奈川工科大学, 神奈川県).

26. 府金慶介, 森 利之, 鈴木 彰, Ye Fei, 中村紀久, $Pt-CeO_x/CB$ 複合カソード特性向上の因子の検討, 第26回日本セラミックス協会 関東支部研究発表会, 2010年7月23日, (日立市多賀市民会館, 茨城県).

27. Mori T, Design of nano-structural features in doped ceria solid electrolytes for fuel cell application, The 20th Anniversary, KSIEC Spring Annual Meeting, Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry, 2010年05月13日(BEXCO, Busan, 韓国).

[図書] (計1件)

1. Li Z P, Mori T, Zou J, and Drennan J, Analytical TEM/STEM characterization of mutual diffusions occurred at the electrolyte-electrode interfaces in the intermediate temperature solid oxide fuel cells, Current microscopy contributions to advances in science and technology (ISBN (13): 978-84-939843-6-6, A. Méndez-Vilas, Ed.), Vol.2, Publisher: Formatex Research Center, pp.1252-1258(6 pages)(2012).

[産業財産権]

○出願状況 (計6件)

名称: 高分子電解質形燃料電池用高 CO 耐性アノード材料

発明者: 森 利之, チャウハン・シプラ

権利者: 物質・材料研究機構

種類: 特許

番号: 特願 2011-260234

出願年月日: 2011年11月29日

国内外の別: 国内

名称: 電極用粉末材料、その製造方法及び高分子形燃料電池

発明者: 森 利之, 戸ヶ崎寛孝, 府金慶介, 鈴木 彰

権利者: 物質・材料研究機構

種類: 特許

番号: 出願番号 2010-192026

出願年月日: 2010年08月30日

国内外の別: 国内

[その他] ホームページ (計2件)

http://samurai.nims.go.jp/MORI_Toshiyuki-j.html,

<http://nanogreenfc.com/modules/myinfo/?uid=1>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 利之 (MORI Toshiyuki)

独立行政法人物質・材料研究機構・電池材料ユニット・グループリーダー

研究者番号: 80343854

(2) 研究分担者

戸ヶ崎 寛孝 (TOGASAKI Hirotaka)

独立行政法人物質・材料研究機構・燃料電池材料センター・NIMS シュニア研究員

研究者番号: 50537230

府金 慶介 (FUGANE Keisuke)

独立行政法人物質・材料研究機構・燃料電池材料センター・NIMS シュニア研究員

研究者番号: 70537232

李 致朋 (Li Zhipeng)

独立行政法人物質・材料研究機構・燃料電池材料センター・NIMS ホスト研究員

研究者番号: 30568324

閔 鵬飛 (YAN Pengfei)

独立行政法人物質・材料研究機構・燃料電池材料センター・NIMS ホスト研究員

研究者番号: 20596556

(3) 連携研究者

海外連携研究者: John Drennan, Jin Zou,

Graeme Auchterlonie, Alastair N. Cormack

海外協力研究者: Fei Ye, Ding Rong Ou,

Vladimir Matolin