

令和 2 年 9 月 8 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06794

研究課題名(和文) 高出力太陽電池を指向した、スピノーダル分解による超多層ルチル型酸化物膜の開発

研究課題名(英文) Development of super multilayer oxide films with rutile structure by spinodal decomposition toward high power solar cell

研究代表者

村岡 祐治 (Muraoka, Yuji)

岡山大学・異分野基礎科学研究所・准教授

研究者番号：10323635

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ルチル型TiO₂-VO₂系のバルクと膜を用いて、この系の異方的スピノーダル分解を研究した。バルク体では、分解により生じるc軸方向のラメラ周期と分解の速さについて調べた。その結果、周期はアニール時間とともに26から48 nmに増大すること、相分離の速さが微量のAl³⁺イオンドーピングで促進され、Nb⁵⁺ドーピングでは逆に抑制されることを見出した。膜では、異方的分解を活用した多層膜構造に取り組んだ。その結果、TiO₂-VO₂膜の配向を変えることで、ラメラ構造が基板に対して水平、斜め、垂直に配列した多層構造膜を作ること成功した。膜のc軸長歪の緩和がスピノーダル分解の発生に重要であることも明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

酸化物系でスピノーダル分解を起こす物質例は5-6件に限られる。異方的に起こる例は、本系以外にルチル型のTiO₂-SnO₂とコランダム型のAl₂O₃-Cr₂O₃の2例が知られているのみである。そのため、本系で得られる周期構造や分解速さの知見は、酸化物系スピノーダル分解の進行や分解方向のメカニズムを理解する重要な情報になる。また、本研究は、スピノーダル分解が酸化物の多層膜作製のための有効な手段になることを明示した。これによりこれまで困難であった超多層構造膜における物性・機能の研究が可能となった。スピノーダル分解を用いた多層化技術により今後、超多数界面による高出力太陽電池材料の開発に期待がもたれる。

研究成果の概要(英文)：The anisotropy in the spinodal decomposition of a rutile-type TiO₂-VO₂ system has been studied in the form of bulk and film. In the bulk, the periodicity of lamella structures formed by decomposition along the c-axis direction and the kinetics of the decomposition are investigated. Consequently, it is found that the lamella period increases from 26 to 48 nm with the annealing time, and that the phase separation is promoted by a small amount of Al³⁺ ion doping while suppressed by Nb⁵⁺ doping. In the films, we apply the anisotropy in decomposition to the formation of multilayer structures in TiO₂-VO₂ films. By changing the orientation of the TiO₂-VO₂ films, we succeeded in forming multilayer film in which the lamella structure is arranged horizontally, diagonally, and vertically with respect to the surface of the substrate. It is also revealed that strain relaxation in the c-axis length of the film is crucial for enabling the spinodal decomposition in TiO₂-VO₂ films.

研究分野：固体化学

キーワード：スピノーダル分解 ルチル型酸化物 ラメラ周期 異原子価イオンドーピング 超多層構造膜 歪効果

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高出力太陽電池の開発はエネルギー材料分野の重要な課題である。界面特性が積算できる多層化は高出力への有力なアプローチである。これまでにエピタキシャル薄膜技術を用いて多層膜太陽電池が作製されており、効率や出力の向上に成果が得られている[1]。しかし、通常の薄膜技術による多層膜では、時間、品質やコストの問題のために、積層数が制限されている。実験室レベルを除けば、層数は10程度にとどまる。真に高出力を実現するには、桁違いに多い積層数を持つ超多層太陽電池を、その作製手法と併せて開発することが必要とされている。

申請者はルチル型構造をもつ金属酸化物を研究してきた。この物質系は組成($AO_2:A$ は主にVA-VIII族遷移金属)、構造(正方晶)が単純であり、かつ構成金属イオンの種類により多彩な物性を示す。例えば、 TiO_2 の光触媒、 VO_2 の金属絶縁体(MI)転移($T_M = 341\text{ K}(68\text{ }^\circ\text{C})$)、 RuO_2 の金属や SnO_2 の透明伝導などが知られる。申請者はこれまでに*n*型 $TiO_2:Nb$ 基板と VO_2 薄膜からなる界面ではヘテロ接合が形成され、紫外光照射により光起電力効果が発現することを見いだしている[2,3]。また、 TiO_2 と VO_2 を組み合わせた系のバルク体においてスピノーダル分解が起きることを報告した[4]。スピノーダル分解とは相分離過程において系全体に周期的な濃度揺らぎが自発的に生じる現象である。 TiO_2-VO_2 系ではこの分解が[001]方向に沿って起こり、その結果*c*軸方向にラメラ状の変調構造(Ti-rich相とV-rich相の積層)がナノメートル周期で現れる。一種の自己組織化現象だが、異方的な点が特長であり、自然超格子のようなものができる。このようなスピノーダル分解を用いれば、自己組織化現象を使って多層構造を創り出せる。 $TiO_2:Nb-VO_2$ 系バルク体でも周期の大きさを含めて TiO_2-VO_2 系と同じ現象が起きることがわかっている。そのため、異方的スピノーダル分解を $TiO_2:Nb-VO_2$ 系単結晶膜に適用すれば、ラメラのナノ周期に起因した、メガオーダーの積層数(1 cmあたり)を持つ超多層ヘテロ接合膜の形成と、巨大光起電力効果の発現が期待できる。超多層膜における VO_2 のMI転移の発現や、 TiO_2 と VO_2 と双方の特性が融合した機能の発現にも興味もたれる。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は、ルチル型 $TiO_2:Nb-VO_2$ 系の超多層膜の作製と機能探索を通して、超多層化が高出力太陽電池材料の有力なアプローチになること、およびスピノーダル分解が酸化物の超多層膜作製や物性・新機能開拓の有効な手段になることを示すことである。本研究では、最終目的を実現するために必要な知見、すなわち、 TiO_2-VO_2 系におけるスピノーダル分解機構の理解と TiO_2-VO_2 系多層構造膜の作製に力を入れて取り組んだ。以下に各テーマの目的を記す。

(1) TiO_2-VO_2 系バルクにおけるスピノーダル分解機構の理解。

ラメラ周期の時間発達や、スピノーダル分解の速さを決める要因を調べる。

(2) TiO_2-VO_2 系多層構造膜の作製。

ラメラ構造が基板に対して、水平、斜め、垂直方向に並んだ多層構造膜を作り出す。

分解方向である*c*軸方向の格子歪がスピノーダル分解に与える影響を調査する。

3. 研究の方法

(1) TiO_2-VO_2 系バルク体におけるスピノーダル分解機構の理解

バルク試料の合成は通常の固相法により行った。まず固溶体 $Ti_{0.4}V_{0.6}O_2$ を作製した。 TiO_2 (ルチル)、 V_2O_3 、 V_2O_5 を原料にして混合し、石英管に真空封入後900 $^\circ\text{C}$ で24時間焼成し、氷水に急冷することにより得た。作製した試料を石英に真空封入し、400 $^\circ\text{C}$ でのアニール時間を変化させることで、ラメラ周期の時間発達を調べた。分解速さに関しては、 Al^{3+} (Al_2O_3)と Nb^{5+} (Nb_2O_5)の異原子価イオンをドーピングした試料を作り、価数の違いが分解の速さに与える影響を調べた。

(2) TiO₂-VO₂系多層構造膜の作製

多層構造膜の作製はパルスレーザー堆積法を用いて、サファイア Al₂O₃ (10-10)、(01-12) と TiO₂(100) 基板に行った。膜の組成は Ti_{0.4}V_{0.6}O₂(TV0)である。作製した膜の膜厚は 60-390 nm である。垂直型ラメラ構造の作製と、*c* 軸長歪がスピノーダル分解に与える影響に関する研究は、膜の *c* 軸長が面内整合する TiO₂(100) 基板で行った。

4. 研究成果

(1) TiO₂-VO₂系におけるスピノーダル分解機構の理解

固溶体 Ti_{0.4}V_{0.6}O₂ を 400 °C でアニールするとスピノーダル分解が起こる。アニール時間を変えることにより、分解により生じるラメラ構造の周期がどのように変化するかを透過電子顕微鏡(TEM)により調べた。その結果、ラメラ構造の周期は 6 時間のアニールで 26 nm、7 時間以降では時間とともに増大し、24 時間後では 48 nm になった。時間とともにラメラ組織が 2 倍程度成長することが分かった。分解初期に形成される周期の大きさ、その時間発達は、この系の分解を熱力学的観点から考える際の有益な情報になる。

また、TiO₂-VO₂系バルク体において、Al³⁺と Nb⁵⁺の異原子価ドーブがスピノーダル分解の速さに与える影響を調べた。その結果スピノーダル分解を示すルチル型酸化物 TiO₂-VO₂系において、相分離の速さが異原子価イオンのドーブにより変化することを見いだした。

ドーブなしに比べて、微量の Al³⁺イオンドーブでは相分離速さが 1 桁大きくなり、Nb⁵⁺ドーブでは逆に 1 桁遅くなった (図 1)。この結果は、TiO₂-SnO₂系の場合と同様、欠陥化学の観点から理解できることを示した。本研究は、ルチル型酸化物系スピノーダル分解の速度論が共通の枠組みで理解できることを示唆している。

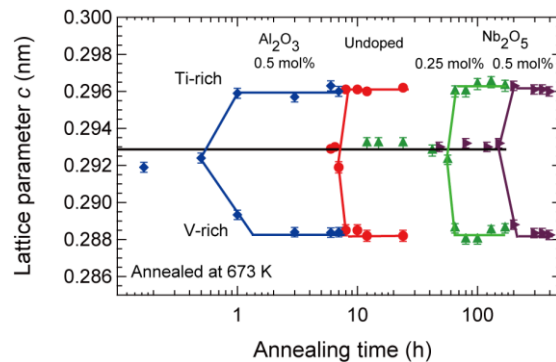


図 1 Ti_{0.4}V_{0.6}O₂ のアニール時間と *c* 軸長

(2) TiO₂-VO₂系多層構造膜の作製

これまでに、スピノーダル分解による VO₂/TiO₂ 多層構造膜の形成が報告されている。サファイア基板上にアモルファスの TV0 膜を作製し、500 °C で 10 時間加熱することで VO₂/TiO₂ 多層構造膜が得られている [5, 6]。エピタキシャル成長膜でのスピノーダル分解も報告されており [7, 8]、TiO₂ 基板上にピタキシャル成長した TV0 固溶体膜を 400 °C で加熱することで、[001] 方向に 20 nm のラメラ周期をもつ多層構造膜が得られている [7]。これらの結果は、異方的スピノーダル分解が VO₂/TiO₂ 多層構造膜を作製する上で有効なアプローチであることを示している。これに対して我々は、汎用性の高いサファイア基板上において、エピタキシャル成長膜のスピノーダル分解を実現し、ラメラが水平と斜めに配列した多層構造膜を作製した。また、TiO₂(100) 基板上にて、ラメラ構造が垂直配列した多層構造膜の作製に成功した。

① 水平と斜め配列の多層構造膜作製

基板には Al₂O₃(10-10) と (01-12) を使用した。前者では (001) 配向 TV0 膜が、後者では (101) 配向した TV0 膜ができる。TV0 膜と Al₂O₃ 基板の間にはルチル型 TiO₂ バッファー層を用いた。得ら

れた固溶体膜は 400 °C で最長 600 時間熱処理した。600 時間アニール後の TVO(001)膜について(022)逆格子測定をおこなったところ、Ti-と V-rich 相のスポットが面内 a 軸長を合わせたまま、 c 軸方向に沿って分離している様子が観測された。面内格子整合を保ったまま相分離が[001]方向に起きていることがわかる。この膜の Scanning Transmission electron microscopy (STEM) 観察の結果を図 2 に示す。[001]方向にラメラ構造が形成され、水平型多層構造膜ができていることがわかる。積層方向の濃度プロファイルから(図 2 参照)、Ti-rich 相と V-rich 相の濃度変調が観測され、Ti-rich 相と V-rich 相の変調周期は約 20 nm と求められた。(001)配向 TVO 膜においてスピノーダル分解による水平型多層構造の作製に成功したことがわかる。

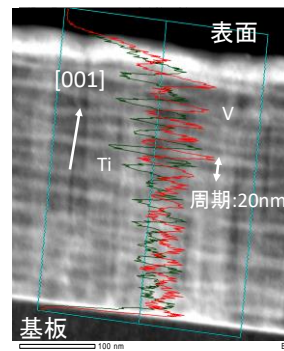


図 2 (001)配向 TVO 多層構造膜の TEM 像

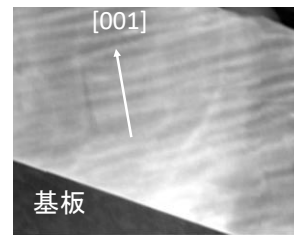


図 3 (101)配向 TVO 多層構造膜の TEM 像

図 3 は 600 時間アニール後の(101)配向 TVO/TiO₂/Al₂O₃(01-12)の STEM のイメージを示す。Ti-rich 相と V-rich 相が[001]方向に交互に積層したラメラ構造が形成している。変調構造の周期は約 20 nm であり、(001)配向の場合と同じであった。(101)配向膜ではスピノーダル分解により、積層方向が基板に対して斜めの多層構造膜を得ることに成功した。この結果は、TVO 膜の配向により、スピノーダル分解によって形成される多層の配列方向を制御できることを示している。異方的スピノーダル分解が TVO 膜のナノ構造制御の効果的な手法であることを表している。

② 垂直配列型多層構造膜の作製と c 軸長歪が TiO₂-VO₂系膜のスピノーダル分解に与える影響

ルチル型TiO₂(100)基板上に作製した(100)配向エピタキシャルTVO膜を用いて、スピノーダル分解による垂直型多層構造膜の形成、および膜の c 軸長歪がスピノーダル分解に与える影響を調べた。実験では膜厚60と260 nmの固溶体膜を作製した。前者では膜の c 軸は基板にほぼ完全に固定され、後者では緩和傾向にある。これらの膜を400 °Cでアニールしたところ、 c 軸長が基板に拘束された60 nm膜ではスピノーダル分解は起きず、基板と膜の間の相互拡散により、膜の組成がほぼTiO₂になっ

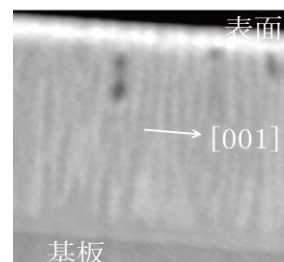


図 4 (100)配向 TVO 多層構造膜の TEM 像

た。一方で、歪が緩和傾向にある膜では分解が発生し、ラメラ構造が基板に対して垂直配列した多層構造膜が形成した(図4)。ラメラ周期は18 nmであった。本結果より膜の c 軸歪の緩和がスピノーダル分解の発生に重要であることが分かった。また、界面に向かって周期が増加し、界面ではTi量の多い固溶体が存在する傾向があることも明らかにした。

最後に、多層構造膜の電気抵抗率の温度依存性を図5に示す。図5(左)はアニール前

と600時間アニール後の(001)配向TVO/TiO₂/Al₂O₃(10-10)の結果である。アニール前の膜は絶縁体的だが、アニール後では明瞭なMITが観測されている。転移温度は321 Kであった。このMITはスピノーダル分解によって生じたV-rich相で発現している。 T_{MI} がバルクの値(341 K)よりも低いのはV-rich相における歪効果のためと考えられる。相分離ではV-rich相とTi-rich相の面内格子整合が保たれているので、V-rich相側では面内格子は伸ばされ、面直c軸長が縮む。c軸長圧縮の結果、バルクに比べて T_{MI} が低下したと理解できる。図5(中)に(101)配向TVO/TiO₂/Al₂O₃(01-12)の電気抵抗率の温度依存性を示す。 $T_{MI} = 326$ KのMITが観測されている。図5(右)にはTVO/TiO₂(100)膜の結果を示す。この多層構造膜のMIT温度は $T_{MI} = 339$ Kであった。これらの結果は(001)(101)(100)配向TVO膜において、スピノーダル分解による多層構造の形成結果と良い対応を示している。

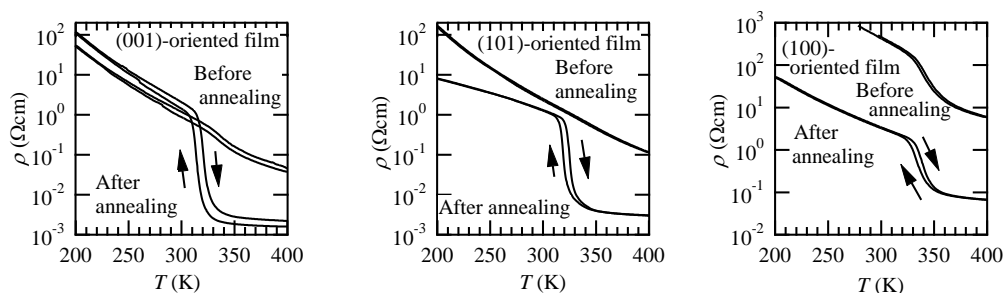


図5(左)(001)、(中)(101)、(右)(100)配向TVO膜の電気抵抗率の温度依存性

まとめ

ルチル型TiO₂-VO₂系の異方的スピノーダル分解について研究を行った。バルク体を用いた研究から、スピノーダル分解によるラメラ周期が時間とともに26から48 nmに増大すること、相分離の速さが微量のAl³⁺イオンドーピングで促進され、Nb⁵⁺ドーピングでは逆に抑制されることを見出した。膜に関する研究では、異方的分解を様々な配向のTVO膜に適用することで、ラメラ構造が水平、斜め、垂直に配列した多層構造膜を作ることに成功した。膜のc軸長歪の緩和がスピノーダル分解の発生に重要であることも明らかにした。

本系で得られた周期構造や分解速さの知見は、酸化物系スピノーダル分解の進行や分解方向のメカニズムを理解する重要な情報になる。また、本研究では、スピノーダル分解が酸化物の多層膜作製のための有効な手段になることを明示した。これにより超多層構造膜における物性・機能の研究が可能となった。スピノーダル分解を用いた多層化技術により今後、超多数界面による高出力太陽電池材料の開発に期待がもたれる。

参考文献

- [1] F. Dimroth *et al.*, *MRS bulletin* **32**, 230 (2007).
- [2] Z. Hiroi *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **72**, 3049 (2003).
- [3] Y. Muraoka *et al.*, *J. Phys.: Condens. Matter* **14**, L757 (2002).
- [4] Z. Hiroi *et al.*, *Chem. Mater.* **25**, 2202 (2013).
- [5] G. Sun *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **8**, 7054 (2016).
- [6] G. Sun *et al.*, *Sci. Rep.* **8**, 5342 (2018).
- [7] Z. Chen *et al.*, *ACS Nano* **10**, 10237 (2016).
- [8] J. Park *et al.*, *NPG Asia Materials* **11**, 32 (2019).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yuji Muraoka, Fumiya Yoshii, Takahiro Fukuda, Yuji Manabe, Mikiko Yasuno, Yoshito Takemoto, Kensei Terashima, Takanori Wakita, and Takayoshi Yokoya	4. 巻 698
2. 論文標題 Strain effects on spinodal decomposition in TiO ₂ -VO ₂ films on TiO ₂ (100) substrates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 137854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2020.137854	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yuka Matsuura, Fumiya Yoshii, Tsubasa Otsuka, Kenji Kadowaki, Masataka Ijiri, Yoshito Takemoto, Kensei Terashima, Takanori Wakita, Takayoshi Yokoya, and Yuji Muraoka	4. 巻 38
2. 論文標題 Multilayer formation via spinodal decomposition in TiO ₂ -VO ₂ epitaxial films on sapphire substrates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Eur. Ceram. Soc.	6. 最初と最後の頁 5043-5050
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jeurceramsoc.2018.07.035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kensei Terashima, Eugenio Paris, Eduardo Salas-Colera, Laura Simonelli, Boby Joseph, Takanori Wakita, Kazumasa Horigane, Masanori Fujii, Kaya Kobayashi, Rie Horie, Jun Akimitsu, Yuji Muraoka, Takayoshi Yokoya and Naurang Lal Saini	4. 巻 20
2. 論文標題 Determination of the local structure of Sr _{2-x} MxIrO ₄ (M = K, La) as a function of doping and temperature	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 23783-23788
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cp03756f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kensei Terashima, Eugenio Paris, Eduardo Salas-Colera, Laura Simonelli, Boby Joseph, Takanori Wakita, Kazumasa Horigane, Masanori Fujii, Kaya Kobayashi, Rie Horie, Jun Akimitsu, Yuji Muraoka, Takayoshi Yokoya and Naurang Lal Saini	4. 巻 98
2. 論文標題 Temperature-dependent local structure and superconductivity of BaPd ₂ As ₂ and SrPd ₂ As ₂	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 94525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.094525	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Takemoto, M. Tsunekawa, Y. Manabe, S. Itano and Y. Muraoka	4. 巻 59
2. 論文標題 Martensitic transformation induced in Ti-15V-7Al alloy at low and high temperatures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mater. Trans.	6. 最初と最後の頁 1560-1566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.M2018185	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuji Muraoka, Hiroki Nagao, Yuichiro Yao, Takanori Wakita, Kensei Terashima, Takayoshi Yokoya, Hiroshi Kumigashira and Masaharu Oshima	4. 巻 8
2. 論文標題 Fermi surface topology in a metallic phase of VO2 thin films grown on TiO2(001) substrates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 17906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-36281-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hirokazu Fujiwara, Kensei Terashima, Masanori Sunagawa, Yuko Yano, Takanobu Nagayama, Tetsushi Fukura, Fumiya Yoshii, Yuka Matsuura, Makoto Ogata, Takanori Wakita, Koichiro Yaji, Ayumi Harasawa, Kenta Kuroda, Shik Shin, K. Horiba, H. Kumigashira, Yuji Muraoka and Takayoshi Yokoya	4. 巻 121
2. 論文標題 Origins of thermal spin depolarization in half-metallic ferromagnet CrO2	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 257201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.121.257201	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Terashima, Y. Yano, E. Paris, Y. Goto, Y. Mizuguchi, Y. Kamihara, T. Wakita, Y. Muraoka, N. L. Saini, and T. Yokoya	4. 巻 125
2. 論文標題 Enhanced thermoelectricity by controlled local structure in bismuth-chalcogenides	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 145105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5087096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Makoto Ogata, Kenji Kadowaki, Masataka Ijiri, Yoshito Takemoto, Kensei Terashima, Takanori Wakita, Takayoshi Yokoya, Yuji Muraoka	4. 巻 37
2. 論文標題 Effect of aliovalent dopants on the kinetics of spinodal decomposition in rutile-type TiO ₂ -VO ₂	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Eur. Ceram. Soc.	6. 最初と最後の頁 3177-3183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jeurceramsoc.2017.03.039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Fujiwara, M. Sunagawa, K. Terashima, T. Kittaka, T. Wakita, Y. Muraoka, and T. Yokoya	4. 巻 220
2. 論文標題 Observation of intrinsic half-metallic behavior of CrO ₂ (100) epitaxial films by bulk-sensitive spin-resolved PES	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.	6. 最初と最後の頁 46-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.elspec.2017.02.003 0368-2048	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 村岡 祐治、壽賀 友貴、寺嶋 健成、脇田 高德、横谷 尚睦
2. 発表標題 VO ₂ /TiO ₂ :Nb接合界面を用いたVO ₂ 薄膜の仕事関数の評価
3. 学会等名 2019年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡 祐治
2. 発表標題 ルチル型複合酸化物薄膜の作製と機能探索
3. 学会等名 第69回 CVD研究会 (第30回夏季セミナー) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡 祐治
2. 発表標題 VO ₂ の薄膜作製について
3. 学会等名 日本表面真空学会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 第162回定例研究会「酸化バナジウム薄膜の作製とその応用」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡 祐治、壽賀 友貴、脇田 高德、横谷 尚睦
2. 発表標題 VO ₂ /TiO ₂ :Nb接合界面を活用したVO ₂ 薄膜の仕事関数の評価
3. 学会等名 第80回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Muraoka, Yuki Suga, Hayato Nakahara, and Takayoshi Yokoya
2. 発表標題 Change in work function of VO ₂ at the metal-insulator transition in a VO ₂ /TiO ₂ :Nb(001) heterojunction
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES) 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡 祐治、松浦 由佳、真部 侑司、鈴木 雄基、荒木 稜、門脇 賢司、竹元 嘉利、寺嶋健成、脇田 高德、横谷 尚睦
2. 発表標題 スピノーダル分解を用いたTiO ₂ -VO ₂ 多層構造膜の作製
3. 学会等名 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村岡祐治
2. 発表標題 VO ₂ 薄膜金属相の電子状態
3. 学会等名 第3回「表面界面の機能創製とデバイス応用」セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村岡祐治、吉井文哉、寺嶋健成、脇田高德、横谷尚睦
2. 発表標題 TiO ₂ -VO ₂ 系膜におけるスピノーダル分解と格子歪
3. 学会等名 第79回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Muraoka, Y. Matsuura, Y. Takemoto, K. Terashima, T. Wakita, T. Yokoya
2. 発表標題 Formation of multilayer structure via spinodal decomposition in TiO ₂ -VO ₂ epitaxial films
3. 学会等名 The 2nd International Conference on Advanced Materials and Processes for Environment, Energy and Health (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Muraoka, Hiroki Nagao, Yuichiro Yao, Takanori Wakita, Kensei Terashima, Takayoshi Yokoya, Hiroshi Kumigashira, Masaharu Oshima
2. 発表標題 ARPES study on a metallic phase of VO ₂ /TiO ₂ (001) thin films
3. 学会等名 The 23th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡祐治、吉井文哉、福田貴優、真鍋侑司、安野実希子、竹元嘉利、寺嶋健成、脇田高德、横谷尚睦
2. 発表標題 Ti0.4V0.6O2/TiO2(100)膜界面近傍のスピンノーダル分解
3. 学会等名 第66回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡祐治、尾形誠、門脇賢司、井尻正孝、竹元嘉利、寺嶋健成、脇田高德、横谷尚睦
2. 発表標題 TiO2-V02系スピンノーダル分解における速度論
3. 学会等名 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村岡祐治、松浦由佳、門脇賢司、井尻正孝、竹元嘉利、寺嶋健成、脇田高德、横谷尚睦
2. 発表標題 サファイア基板上へのTiO2-V02系スピンノーダル分解膜の作製
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村岡祐治
2. 発表標題 TiO2-V02系におけるスピンノーダル分解膜の作製
3. 学会等名 第2回「表面界面の機能創製とデバイス応用」セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村岡祐治、松浦由佳、真鍋侑司、鈴木雄基、荒木稜、門脇賢司、竹元利嘉、寺嶋健成、脇田高德、横谷尚睦
2. 発表標題 TiO ₂ -VO ₂ 系配向膜におけるスピノーダル分解
3. 学会等名 第65回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

岡山大学理学部附属界面科学研究施設 薄膜物性学研究室 https://film.rlss.okayama-u.ac.jp/ 岡山大学理学部附属界面科学研究施設 薄膜物性学研究室 http://film.rlss.okayama-u.ac.jp/ Okayama University e-Bulletin http://www.okayama-u.ac.jp/user/kouhou/ebulletin/research_highlights/vol25/highlights_002.html
--

6. 研究組織		
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)
		備考