

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：57301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05102

研究課題名（和文）粉体ターゲットのコントロールによるスパッタリング成膜の高度化

研究課題名（英文）Upgrading sputtering film deposition by controlling of powder target

研究代表者

大島 多美子 (Ohshima, Tamiko)

佐世保工業高等専門学校・電気電子工学科・准教授

研究者番号：00370049

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：ターゲットに粉体を用いた粉体スパッタリング成膜を提案し、ZnOにAl₂O₃またはGa₂O₃を混合した混合粉体による透明導電薄膜の作製に関する研究を行った。その結果、(1)安定して薄膜の作製が可能なスパッタリング条件の最適化を行った。(2)様々な混合比の混合粉体による薄膜作製とその評価を行うことにより透明導電薄膜の作製に適した混合粉体と成膜条件の検証を行った。(3)同一条件で連続成膜した薄膜の再現性について粉体スパッタリング成膜の課題を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

粉体ターゲットのスパッタリング成膜を行い、スパッタリング条件の最適化、混合粉体ターゲットの作製方法、混合粉体ターゲットの混合比と堆積膜との関係、再現性の課題などに関して知見を得ることができた。これによって、粉体スパッタリング成膜は、従来の固体ターゲットでは作製が困難な低融点材料や高コストな多元素複合材料を安価で容易且つスピーディに薄膜化する手法として、新材料の開発に貢献できることが期待される。

研究成果の概要（英文）：We proposed the sputtering thin film deposition using powder as a target, and studied on the preparation of transparent conductive thin film by the mixed powder which mixed ZnO with Al₂O₃ or Ga₂O₃. As a result, (1)the sputtering conditions for stable thin film deposition were optimized. (2)By preparing thin films using mixed powders with various mixing ratios and evaluating them, the mixed powders suitable for the preparation of transparent conductive thin films and the deposition conditions were verified. (3)The subject of powder sputtering thin film deposition in terms of reproducibility by continuously preparing thin films under the same conditions was found.

研究分野：プラズマエレクトロニクス

キーワード：粉体ターゲット スパッタリング 混合粉体 透明導電膜

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

スパッタリング法は、大面積均一成膜が可能で且つ高性能膜が得られる成膜法として、研究開発から実際の製造ラインに至るまで幅広く利用されるなど、極めて重要な薄膜作製技術の一つである。スパッタリング法では、薄膜の母材となるターゲットに高密度の固体ターゲットが用いられており、これは原料粉末を高温高圧で焼き固める焼結法により形成される。しかし、融点が低い有機材料では性質が変化してしまうため焼結ターゲットを作製することができず、有機薄膜の作製は困難である。また、2つ以上の異なる元素を混合した多元素複合薄膜の作製では、複数個の固体ターゲットを同時にスパッタする方法や化合物ターゲットを用いる方法が取られている。複数ターゲットの同時スパッタではターゲットの数だけスパッタ源や電源設備を必要とし装置の大型化やコストの問題がある。化合物ターゲットでは組成比の異なる化合物ターゲットを複数個準備し、その中から最適な薄膜が作製できるターゲットを選ぶ必要があるため、ターゲット使用効率は低くコストがかかる。

そこで、従来のスパッタリング法では困難であった低融点有機薄膜や多元素複合薄膜を安価で容易に作製するために、母材となる原料を粉末のままターゲットとして用いる手法を提案し、その検証を行う必要があった。

2. 研究の目的

本研究では、2種類以上の混合粉末を用いた粉末ターゲットによる薄膜の作製を行い、各種評価装置を用いて膜質を詳しく調べ、適宜、固体ターゲットとの比較やプラズマ計測を行いながら、提案手法の有効性検証や課題解決を目的とし実験を行った。

透明導電材料として注目されている Al ドープ酸化亜鉛(AZO)薄膜および Ga ドープ酸化亜鉛(GZO)薄膜について、まず、個々の粉末において(1)スパッタリング条件と堆積膜との関係や安定して薄膜を作製するためのスパッタリング条件の検討を行った。次に、混合粉末において(2)原料粉末の混合比による堆積膜への影響、(3)粉末スパッタリング成膜の再現性について検討を行った。

3. 研究の方法

本研究で使用した粉末スパッタリング成膜装置の概略を図1に示す。RFマグネトロンスパッタリング法を用い、マグネットを一定速度(10rpm)で回転させた。これにより、スパッタ領域を広げ粉末ターゲットの高い使用効率を得ることが可能となる。また、固体に比べて粉末は空隙が多く熱伝導性が悪いことから、プラズマに接するターゲット表面の温度上昇を防ぐ目的もある。図2には、混合粉末の作製手順を示す。まず混合したい2種類の粉末をメノウ乳鉢で混合し、これをV字の容器に移して更に回転させ混合する。

作製した薄膜は、XRD(リガック, RIT-2100VSK)、XPS(日本電子, JPS-9010)、ホール効果測定装置(Ecopia, HMS-3000)、紫外可視分光光度計(島津製作所, UVmini-1240)、原子間力顕微鏡(日本電子, JSPS-4210XS)、高精度微細形状測定機(小坂研究所, ET4000A)などの装置を用いて評価した。

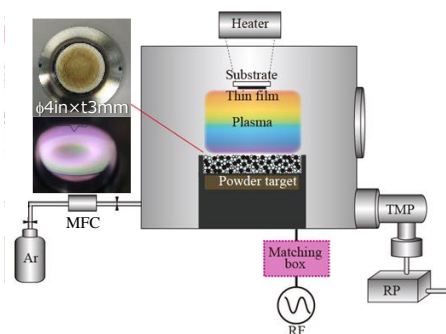


図1 粉末スパッタリング成膜装置

例) ZnO:Al₂O₃=90:10 wt%

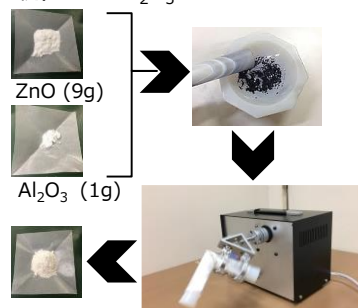


図2 混合粉末の作製手順

(1) ZnO, Al₂O₃, Ga₂O₃の3種類の粉末(全て純度99.9%, 粒径1 μ m)を用いて、RF電力を20~100W, Arガス圧力を0.3~10Pa, 基板温度を室温(RT)~400 $^{\circ}$ C, ターゲット(T)-基板(S)間距離を15~50mmと変化させて、Si基板上に60分間薄膜を堆積させた。作製した薄膜は、膜厚, XRD, XPS, AFM測定を行い評価した。

(2) ①ZnOにAl₂O₃またはGa₂O₃を混合し、重量比が50:50wt%の混合粉末を作製した。この混合粉末ターゲットを用いて、RF電力を100W, Arガス圧力を0.3Pa, T-S間距離を50mm, 成膜時間を60分とし、基板温度をRT~400 $^{\circ}$ Cと変化させて、Si基板上にAZOおよびGZO薄膜の作製を行った。作製した薄膜は、XPS, 抵抗率測定を行い評価した。

(2) ②ZnOとAl₂O₃において、重量比をZnO:Al₂O₃=40:60~98:2wt%と変化させ様々な混合比の混合粉末を作製した。この混合粉末ターゲットを用いて、①と同じ条件でSiおよびガラス基板上にAZO薄膜の作製を行った。作製した薄膜は、膜厚, XRD, XPS, 抵抗率, 光透過率測定を行い評価した。

(3) ZnO:Al₂O₃=90:10wt%の混合粉体ターゲットを用いて、RF 電力を 100W, Ar ガス圧力を 0.3Pa, T-S 間距離を 50mm, 基板温度を RT とし、60 分間 Si 基板上に AZO 薄膜を堆積させた。同じ成膜実験を 5 回繰り返し、膜厚, XRD 測定を行い再現性について検討した。

4. 研究成果

(1) ZnO, Al₂O₃, Ga₂O₃の3種類の粉体をそれぞれ用いて作製したZnO, Al₂O₃, Ga₂O₃薄膜において、スパッタリング条件[RF電力, T-S間距離]と膜堆積の関係を図3に示す。本研究では、粉体をステンレス製のターゲットホルダーに充填し、表面を平らにするのみで、その他、押し固める等の処理は行っていない。RF電力が30W以下ではArイオンの入射エネルギーが低く、また粉体ターゲットのかさ密度も小さいため、Arイオンの衝突による粉体ターゲット表面でのスパッタリングは起こらず、Arイオンはターゲット内部に蓄積されると考えられる。T-S間距離が15mmでは、膜の堆積を確認することができなかった。これは、基板ホルダーがプラズマ領域に近付き過ぎたためと考えられる。図4には、ZnO, Al₂O₃, Ga₂O₃薄膜におけるスパッタリング条件[Arガス圧力]と膜堆積の関係を示す。全ての材料において、Arガス圧力が0.3Paのとき最も厚く膜が堆積し、Arガス圧力の増加に伴い膜が薄くなっている。これは、Arガス圧力の増加により、ターゲットからのスパッタ粒子が基板到達前にガス粒子と衝突を繰り返すことで散乱するためと考えられる。また図より、Arガス圧力が0.3Paにおいて材料の種類による差が確認され、Ga₂O₃>ZnO>Al₂O₃の順で膜が堆積しやすいことがわかる。そのため、これらの材料を混合した混合粉体を用いる際には注意を払う必要がある。図5には、ZnO, Al₂O₃, Ga₂O₃薄膜におけるスパッタリング条件[基板温度]と結晶性の関係についてXRD測定結果を示す。基板温度の上昇に伴い、ZnOは結晶ピーク強度が大きくなり結晶性の向上が確認されたが、Al₂O₃とGa₂O₃は結晶ピーク位置が酸化物から金属のピークへと変化した。以上のことから、安定して薄膜を作製するためのスパッタリング条件として、RF電力が100W, Arガス圧力0.3Pa, T-S間距離50mmであること見出した。(2)以降は全てこれらのスパッタリング条件下で実験を行った。

		ターゲット-基板間距離 (d)			
		15 mm	30 mm	50 mm	
RF電力 (P)	20 W	×	×	×	ZnO Al ₂ O ₃ Ga ₂ O ₃
	30 W	×	×	×	
	40 W	×	×	×	
	50 W		●	●	

○ 膜堆積あり
△ 膜堆積あり&薄い
× 膜堆積なし

図3 スパッタリング条件[RF電力, T-S間距離]と膜堆積の関係 (Ar0.3Pa, RT)

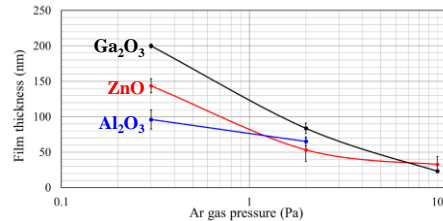


図4 スパッタリング条件[Arガス圧力]と膜堆積の関係 (RF100W, T-S50mm, RT)

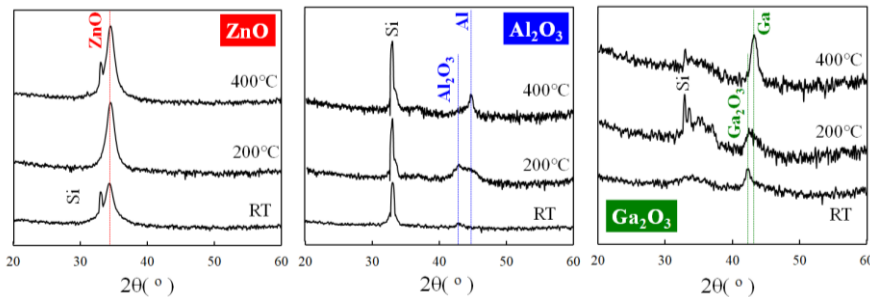
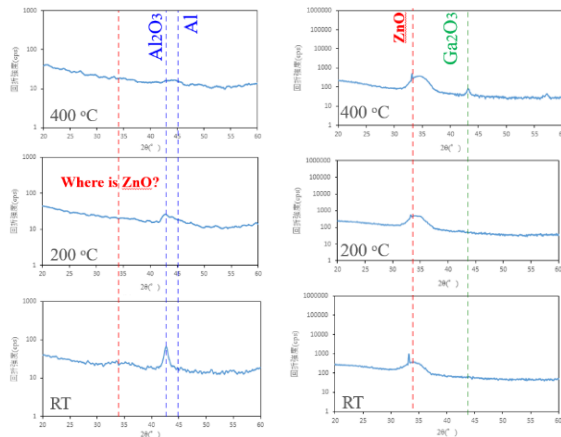


図5 スパッタリング条件[基板温度]と結晶性の関係 (RF100W, Ar0.3Pa, T-S50mm)

(2) ①ZnO:Al₂O₃=50:50wt%, ZnO:Ga₂O₃=50:50wt%の混合粉体ターゲットを用いてそれぞれ作製したAZO薄膜およびGZO薄膜において、図6にXRD測定結果、図7にXPS測定結果を示す。

図6(a) AZO薄膜ではZnOの結晶ピークは確認できず、Al₂O₃は(1)単体での場合と同様に基板温度の上昇に伴い結晶ピーク位置が酸化物から金属のピークへと変化した。図6(b) GZO薄膜では全ての基板温度でブロードなZnOの結晶ピークが観測され、Ga₂O₃は(1)単体での場合と異なり基板温度が400°Cのときのみ結晶ピークが現れた。図7(a) AZO薄膜では、基板温度の上昇に伴いZn2pピークが消滅し、ZnO+Al₂O₃からAl₂O₃へ結合状態が変化していることが確認され、これは図6(a)と同様の結果を示した。また、図7(b) GZO薄膜では、基板温度の上昇に伴いZn2pピークは減少し、Ga3dピーク



(a) AZO 薄膜 (b) GZO 薄膜

図6 XRD 測定結果

は増加していることが確認され、ZnO+Ga₂O₃の結合状態を維持していることがわかった。これもまた図6 (b)と同様の結果を示した。

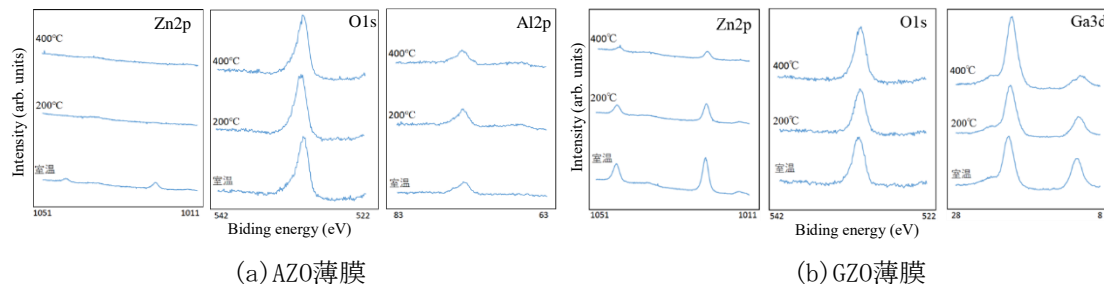


図7 XPS測定結果

(2) ②図8はAZO混合粉体ターゲットのXRD測定結果を示す。Al₂O₃の混合比が減少するほどAl₂O₃に由来するピークの回折強度が減少し、ZnOによるピークが支配的になっていることが確認できた。このことから、混合粉体ターゲットは均一に混合されていると考えられる。図9には、混合比の異なる混合粉体を用い基板温度をRT~400°Cと変化させて作製したAZO薄膜のXRD測定結果を示す。ZnO:Al₂O₃=40:60wt%と50:50wt%ではAl₂O₃に由来する回折ピークが、ZnO:Al₂O₃=70:30wt%と90:10wt%ではZnOに由来する回折ピークが支配的となり、堆積膜の結晶性は混合粉体の混合比に依存していることがわかった。また、基板温度変化においてはRTのとき回折ピークが現れており堆積膜の結晶性を確認することができるが、基板温度が上昇するとピーク強度は小さくなり結晶性を確認することができなかった。

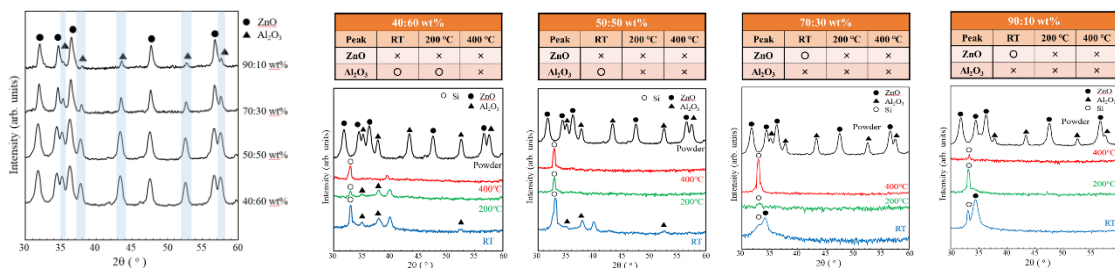


図8 AZO混合粉体のXRD測定結果

図9 混合比の異なる混合粉体を用いて作製したAZO薄膜のXRD測定結果

表1と表2は、ZnO:Al₂O₃=50:50と90:10wt%の混合粉体ターゲットを用いて基板温度をRT~400°Cで作製したAZO薄膜のホール効果測定結果を示す。表2のキャリア密度においてマイナスは多数キャリアが自由電子であることを表す。表1より混合比90:10wt%の室温において最も低い抵抗率を示した(1.4×10⁻³Ω・cm)。また、ZnO:Al₂O₃=50:50wt%と90:10wt%を比較したとき、全ての基板温度においてZnO:Al₂O₃=90:10wt%のAZO薄膜が低抵抗であり、これは表2のキャリア密度が大きいことからわかる。図10は、ZnO:Al₂O₃=50:50wt%の混合粉体を用いて基板温度をRT~400°Cで作製したAZO薄膜のXPS測定結果を示す。全ての基板温度で(a) Al2pと(b) O1sのピークが観測されたが、(c) Zn2pのピークはRTでのみ観測された。RTではZnOとAl₂O₃が混合して膜中に存在するのに対し、

表1 AZO 薄膜の抵抗率測定結果

AZO (ZnO:Al ₂ O ₃)	抵抗率 (Ω・cm)		
	RT	200°C	400°C
90:10wt%	1.4×10 ⁻³	3.3×10 ⁻¹	1.3×10 ⁻¹
50:50wt%	5.7×10 ⁰	5.3×10 ²	OVLD

表2 AZO 薄膜のキャリア密度測定結果

AZO (ZnO:Al ₂ O ₃)	キャリア密度 (cm ⁻³)		
	RT	200°C	400°C
90:10wt%	-1.3×10 ²¹	-2.0×10 ¹⁸	-6.2×10 ¹⁹
50:50wt%	-3.4×10 ¹⁵	-3.1×10 ¹³	—

OVLDは測定不能

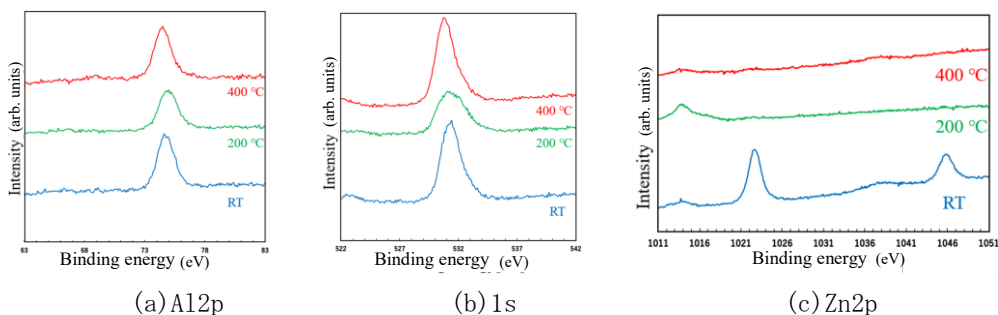


図10 AZO薄膜のXPS測定結果 (ZnO:Al₂O₃=50:50wt%)

基板温度を上昇させるとAl₂O₃の結合が存在することから表1で述べたように抵抗率の増加につながったと考えられる。

以上の点を踏まえ、ZnOの混合量を増やし、ZnO:Al₂O₃=98:2wt%の混合粉体を用いてAZO薄膜の作製を行った。図11は、ZnO:Al₂O₃=98:2wt%の混合粉体を用いて基板温度をRT~400°Cで作製したAZO薄膜のXRDおよび膜厚測定結果を示す。全ての基板温度で膜厚が400nm以上のAZO薄膜が堆積し、ZnOに由来する回折ピークが観測された。表3は、作製したAZO薄膜のホール効果測定結果を示す。基板温度が400°Cのとき最も低い抵抗率を示し(3.1×10⁻³Ω・cm)、キャリア密度も大きいことがわかる。図12は、ZnO:Al₂O₃=98:2wt%の混合粉体を用いて基板温度を400°Cでガラス基板上に作製したAZO薄膜の光透過率測定結果を示す。可視光域で80%を超える透過率を示し、透明導電材料としての性質を有することが確認された。

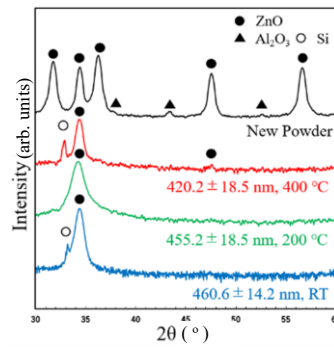


図11 AZO薄膜のXRDおよび膜厚測定結果 (ZnO:Al₂O₃=98:2wt%)

表3 AZO薄膜のホール効果測定結果

AZO (ZnO:Al ₂ O ₃)	98:2wt%		
	RT	200°C	400°C
抵抗率(Ω・cm)	3.8×10 ⁻³	1.1×10 ⁻²	3.1×10 ⁻³
キャリア密度(cm ⁻³)	-7.1×10 ²⁰	-3.2×10 ²⁰	-1.2×10 ²¹

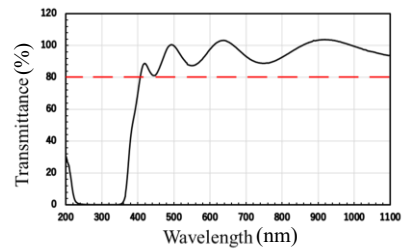


図12 AZO薄膜の光透過率測定結果 (ZnO:Al₂O₃=98:2wt%, 400°C)

(3) ZnO:Al₂O₃=90:10wt%の混合粉体ターゲットを用いて、同じスパッタリング条件下で5回連続して作製したAZO薄膜のXRDおよび膜厚測定結果を、図13、図14に示す。図13より、1~2回目は2θ=34°付近にZnOのピークが観測されたが、3回目以降は徐々にピーク位置が低角側にシフトし、またピーク幅が広がっていることがわかる。ピークシフトは膜中の酸素欠乏に、ピーク幅の広がりには結晶格子の歪みに起因しており、回数を重ねるごとに粉体ターゲット表面の状態が変化していることが考えられる。このことは、図15に示すXPS測定結果からも1~2回目と3~5回目で結合状態に変化が現れていることを確認し、回数を重ねるごとにZnがZn-Oから金属Znに変化することがわかった。図14では、膜厚も徐々に薄くなっていることから、ターゲット表面の状態が変化し堆積速度にも影響を与えていることが考えられる。

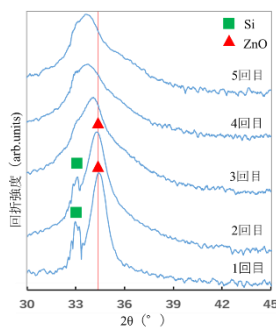


図13 AZO薄膜のXRD測定結果

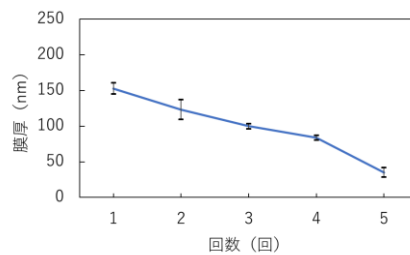


図14 AZO薄膜の膜厚測定結果

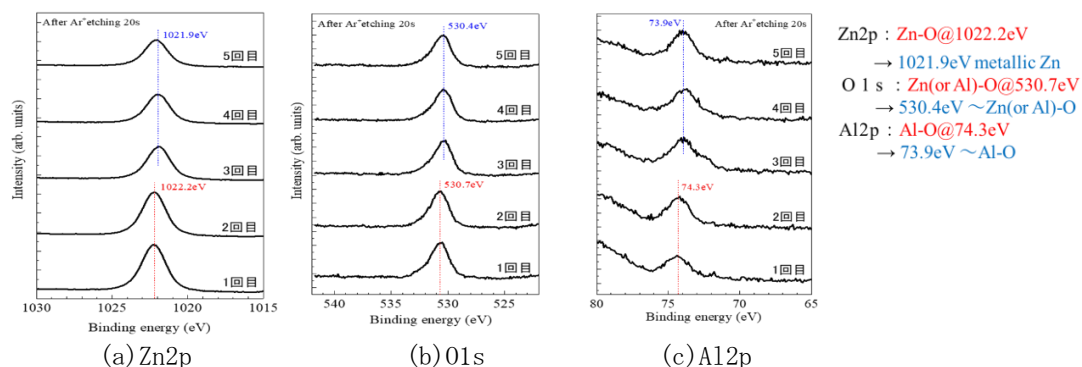


図15 AZO薄膜のXPS測定結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 H. Kawasaki, Y. Yagyu, T. Ohshima, T. Ihara, M. Shinohara	4. 巻 43
2. 論文標題 Sterilization for Bacillus Subtilis var. natto by Low Pressure Sputtering and Laser Ablation Plasma using Metal Powder Target	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Trans. Mat. Res. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 293-296
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14723/tmrsj.43.293	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. Kawasaki, T. Ohshima, Y. Yagyu, T. Ihara, M. Shinohara, Y. Suda	4. 巻 58
2. 論文標題 Preparation of Sn doped SiO ₂ thin films by magnetron sputtering deposition using metal and metal-oxide powder targets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 SAAD04
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/aaea67	査読の有無 無
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 Kawasaki Hiroharu, Ohshima Tamiko, Yagyu Yoshihito, Ihara Takeshi, Tanaka Rei, Suda Yoshiaki	4. 巻 56
2. 論文標題 Preparation of tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum thin films by sputtering deposition using powder and pressed powder targets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 06HE01 ~ 06HE01
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.7567/JJAP.56.06HE01	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 Hiroharu Kawasaki, Tamiko Ohshima, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Yoshiaki Suda	4. 巻 42[3]
2. 論文標題 Preparation of Sn doped SiO ₂ films using SiO ₂ and SnO ₂ mixture powder target by magnetron sputtering deposition	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Transactions of Material Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 73 ~ 76
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.14723/tmrsj.42.73	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 Kawasaki Hiroharu, Nishiguchi Hiroshi, Furutani Takumi, Ohshima Tamiko, Yagyu Yoshihito, Ihara Takeshi, Shinohara Masanori, Suda Yoshiaki	4. 巻 57
2. 論文標題 Coating of inner surface of cylindrical pipe for hydrogen entry prevention using plasma process	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 01AB02 - 01AB02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7567/JJAP.57.01AB02	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25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 T. Ohshima, H. Kawasaki, M. Shinohara, Y. Yagyu, T. Ihara, Y. Suda
2. 発表標題 Fabrication of functional thin films by sputtering method using powder target
3. 学会等名 The 2018 European Materials Research Society Spring Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川崎仁晴, 大島多美子, 柳生義人, 猪原武士, 篠原正典
2. 発表標題 レーザーアブレーションプラズマによる滅菌I
3. 学会等名 2018年 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 H. Kawasaki, T. Ohshima, Y. Yagyu, T. Ihara, M. Shinohara
2. 発表標題 Metal doped Thin Film Preparation using Metal and Metal Oxide Powder Mixture Targets
3. 学会等名 14th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures, 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Kawasaki, H. Nishiguchi, T. Ohshima, Y. Yagyu, T. Ihara, M. Shinohara, K. Higashide
2. 発表標題 Method for preventing hydrogen embrittlement using plasma process
3. 学会等名 2nd Asia-Pacific Conference on Plasma Physics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Kawasaki, T. Ohshima, Y. Yagyu, T. Ihara, M. Shinohara
2. 発表標題 Preparation of several kinds of elements mixed thin films by plasma process using powder targets III
3. 学会等名 The 40th International Symposium on Dry Process (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川崎仁晴, 大島多美子, 柳生義人, 猪原武士, 篠原正典, 須田義昭
2. 発表標題 佐世保高専におけるプラズマプロセスを用いた薄膜作製研究
3. 学会等名 第35回プラズマ・核融合学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久保川将也, 大島多美子, 川崎仁晴, 柳生義人, 猪原武士
2. 発表標題 スパッタリング法による混合粉体ターゲットを用いた酸化物薄膜の作製
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Kubokawa, T. Ohshima, H. Kawasaki, M. Shinohara, Y. Yagyu, T. Ihara
2. 発表標題 Preparation of Oxide Thin Film Using Mixed Powder Target by Sputtering method
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Maruta, T. Ohsima, K. Ichikawa. Kawasaki, M. Shinohara, Y. Yagyu, T. Ihara1
2. 発表標題 プラズマプロセスによる窒化ニッケル薄膜の作製
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Suetake, T. Ohshima, H. Kawasaki, M. Shinohara, Y. Yagyu, T. Ihara
2. 発表標題 Preparation of thin film using powder target by sputtering method
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川崎仁晴, 大島多美子, 柳生義人, 猪原武士, 篠原正典
2. 発表標題 粉体ターゲットによる2次元薄膜の作製I
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 2019年

1. 発表者名 H. Kawasaki, T. Ohshima, Y. Yagy, T. Ihara, M. Shinohara
2. 発表標題 Trial of the two-dimensional functional thin film preparation by sputtering method using powder targets
3. 学会等名 11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 12th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大島多美子, 中村将樹, 山戸洋弥, 久保川将也, 川崎仁晴, 篠原正典, 柳生義人, 猪原武士, 須田義昭
2. 発表標題 スパッタリング法による混合粉体ターゲットを用いた透明導電性膜の作製
3. 学会等名 平成31年電気学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroharu Kawasaki, Tamiko Ohshima, Yoshihito Yagy, Takeshi Ihara, Yoshiaki Suda
2. 発表標題 Preparation of metal doped thin film by sputtering method using some kinds of metal mixed powder target
3. 学会等名 IUMRS-ICAM2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川崎仁晴, 吉野光, 大島多美子, 柳生義人, 猪原武士, 篠原正典, 野尻能弘
2. 発表標題 粉体ターゲットによる燃料電池用多元素薄膜の作製
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 岩屋匡紀、大島多美子、川崎仁晴、柳生義人、猪原武士、篠原正典、野尻能弘
2. 発表標題 パルスレーザー堆積法による一室型固体酸化燃料電池の作製 - 電解質膜に与えるアニール処理の検討 -
3. 学会等名 レーザー学会九州支部第6回学生講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tamiko Ohshima, Hiroharu Kawasaki, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Masanori Shinohara, Yoshiaki Suda
2. 発表標題 Investigation on sputtering film deposition using powder target
3. 学会等名 DPS2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroharu Kawasaki, Tamiko Ohshima, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Masanori Shinohara, Yoshiaki Suda
2. 発表標題 Preparing of light emitting thin films by plasma process using multi-elements powder targets I
3. 学会等名 Plasma Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川崎仁晴、吉野光、稲光萌、大島多美子、柳生義人、猪原武士、篠原正典
2. 発表標題 粉体ターゲットによるSnドーブSiO ₂ 薄膜の作製
3. 学会等名 平成29年度応用物理学会九州支部学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川崎仁晴、大島多美子、柳生義人、猪原武士、吉野光、富川宗一郎
2. 発表標題 粉体ターゲットスパッタリング成膜による多元素酸化物薄膜の作製
3. 学会等名 平成29年度応用物理学会九州支部学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tamiko Ohshima, Yoshihiro Nojiri, Masaki Iwaya, Hiroharu Kawasaki, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Masanori Shinohara, Yoshiaki Suda
2. 発表標題 Preparation of barium cerium oxide thin films for electrolyte of the single chamber solid oxide fuel cell by pulsed laser deposition
3. 学会等名 27th Annual Meeting of Material Research Society of Japan
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroharu Kawasaki, Tamiko Ohshima, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Masanori Shinohara
2. 発表標題 Sn doped SiO ₂ thin film preparation by powder targets plasma process
3. 学会等名 27th Annual Meeting of Material Research Society of Japan
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroharu Kawasaki, Tamiko Ohshima, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Yoshiaki Suda
2. 発表標題 Preparation of metal doped SiO ₂ thin film by sputtering method using powder targets II
3. 学会等名 ISPlasma2017/IC-PLANTS2017 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taniko Ohshima, Kazunori Ichikawa, Hiroharu Kawasaki, Masanori Shinohara, Yoshihito Yagyu, Takeshi Ihara, Yoshiaki Suda
2. 発表標題 Preparation of nickel nitride thin films by plasma deposition process
3. 学会等名 ISPlasma2017/IC-PLANTS2017 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川崎仁晴、大島多美子、柳生義人、猪原武士、篠原正典
2. 発表標題 酸化物粉体ターゲットによる機能性薄膜の作製II
3. 学会等名 第64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〕

-

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
研究協力者	川崎 仁晴 (Hiroharu KAWASAKI)		
研究協力者	篠原 正典 (SHINOHARA Masanori)		
研究協力者	柳生 義人 (YAGYU Yoshihito)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力 者	猪原 武士 (IHARA Takeshi)		