

令和 3 年 5 月 8 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K06784

研究課題名(和文) 新規な電圧駆動型の高性能磁気光学素子の実現に向けた高機能強磁性・強誘電薄膜の作製

研究課題名(英文) Development of high functional multiferroic thin films for application to a new electric field driven magneto-optical light modulator

研究代表者

吉村 哲 (Yoshimura, Satoru)

秋田大学・理工学研究科・教授

研究者番号：40419429

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)：新規に作製した(Bi,La)(Fe,Co)O₃において、従来材料では得られなかった、垂直磁気異方性・最大で2°を超える磁気Kerr回転角を実現した。ただし、その値は特定波長のみであり、可視光用空間光変調素子の実現には不向きであった。このため「電界印加磁気転写」を検討した。[Co/Pd]nドットを(Bi,La)(Fe,Co)O₃上に積層し、電界印加により[Co/Pd]nの磁区構造を消磁状態から磁化状態に変化させることに成功した。更に(Bi,Nd)(Fe,Co)O₃において、垂直磁気異方性・従来材料の1.5倍の140 emu/cm³の飽和磁化・安定的に0.3°程度の磁気Kerr回転角が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

強磁性・強誘電薄膜において、強誘電特性や磁化の大きさについては多く議論されているが、磁気Kerr回転角度やその波長依存性についてはほとんど調べられていなかった。本研究により、電界駆動型の磁気光学素子への本材料の適用可能性の議論が生まれたのみならず、強磁性・強誘電薄膜のこれまで知られていなかった物性が明らかとなった。また、磁気光学素子に適した、磁気Kerr効果の大きな強磁性・強誘電薄膜材料を探索した中で、磁気記録デバイスへの応用に適した、垂直磁気異方性を有し、飽和磁化および保磁力が大きい材料も見つかったことから、電界駆動型の磁気記録デバイスの実現性も議論ができるようになった。

研究成果の概要(英文)：For control of magneto-optical Kerr effect (MOKE) by applying electric field, two methods were investigated. 1. In laminated film with newly developed (Bi,La)(Fe,Co)O₃ multiferroic thin film with perpendicular magnetic anisotropy (PMA) / [Co/Pd]n metallic ferromagnetic multilayer, magnetization reversal of [Co/Pd]n multilayer was performed by applying electric field to the laminated film through the "electric field driven magnetization switching" of (Bi,La)(Fe,Co)O₃ film. This indicates that we can control the magnetization direction of metallic ferromagnetic with high MOKE fabricated onto (Bi,La)(Fe,Co)O₃ multiferroic thin film by applying electric field. 2. In newly developed (Bi,Nd)(Fe,Co)O₃ multiferroic thin film, PMA, high saturation magnetization of 140 emu/cm³, which is 2 times larger than (Bi,La)(Fe,Co)O₃, and large MOKE angle of about 0.3 degree with wide range wave length were obtained. This indicates that we can control the MOKE directly by applying electric field.

研究分野：電気電子材料

キーワード：強磁性・強誘電薄膜 磁化の電圧駆動 磁気光学素子 垂直磁気異方性 磁気Kerr効果

1. 研究開始当初の背景

特殊なメガネなどを用いることなく、見る角度を変えれば像の見え方も変わる、自然で見やすい立体映像を空間に表示することができる空間像再生型の立体テレビは、フルハイビジョン、4K、8K、より先の世代の夢のテレビとして位置付けられている。その方式として、ホログラフィが究極技術として有力であり、それを実現する局所領域で光の反射率を大きく変化させることが可能な空間光変調器が必要となる。

現在試作されている空間光変調器用の素子では、磁性層(磁化固定層と光変調層)、極薄絶縁層、多種多様な薄膜、からなる多層積層膜を、複雑なリソグラフィプロセスを用いて形成した、磁気抵抗積層膜素子である。光変調層の磁化方向(上・下)により、磁気 Kerr 効果でもって、入射光に対する反射光の偏光面の向き(左・右)が変わる。この素子を格子状に並べ、反射光の偏光の向きを素子ごとに制御することにより、立体像を表示することができる。ここで、光変調層の磁化方向を変化させるためには、磁界を用いることが不可能である。微小なコイルが素子の数分だけ必要になること、コイルが入射光・反射光の光路を遮蔽すること、などの致命的な問題点があるからである。従って、現在は、「スピン注入磁化反転方式」を用いた素子が試作されている。素子に流すパルス電流の向きにより、スピン偏極した電流と磁気モーメントとの間に相互作用が発現し、光変調層の磁化方向を変化させている。本方式では、磁界印加による磁化反転と比較して、小さい電力で磁化反転も実現可能である。しかしながら、空間光変調器の試作ではなく、真の実用化に向けた更なる高性能化には、空間光変調器に含まれる素子数をもっと多くする必要があるので、超微細素子化のためのリソグラフィプロセスが更に難しくなり、かつ空間光変調器としての稼働電力は非常に大きくなる。よって、超微細素子化に適した単純な構造を有する積層膜を用いて、かつ更に低消費電力での磁化反転が可能な方式を用いて、空間光変調器を実現する必要が有る。

2. 研究の目的

申請者がさががけて実証した、高品位作製に成功した強磁性・強誘電薄膜を用いた、電界のみによる磁化方向の制御(磁化の電界駆動)は、次々世代型の電界書き込み方式を有する、磁気記録装置<特許 第 5771788 号、U.S. Patent No. 8,891,190>や磁気メモリ<特願 2015-126013>、などへの応用が期待でき、現行の電流磁界書き込み方式と比較して、格段に、低消費電力書き込み・低製造コスト、を実現し得るものである。

本研究では、その強磁性・強誘電薄膜を、ホログラフィ方式を実現する空間光変調素子における光変調層に新規に適応して、空間光変調素子を電界駆動化および超微細化することで、超低消費電力・高精細な立体テレビを実現することを最終目的とし、それに適した磁気特性(大きな磁気 Kerr 効果)を有する強磁性・強誘電薄膜を作製する。

3. 研究の方法

本研究を開始する前までは、(Bi, Ba)FeO₃ 強磁性・強誘電薄膜を、新しい「反応性パルス DC スパッタリング法」を用いて高品位に作製することに成功しており、それまで用いていた通常の RF スパッタリング法で作製した薄膜と比較して、1.5 倍の 90 emu/cm³ の飽和磁化が得られていた。ただし本薄膜は、図 1 に示すように、デバイス応用に適していない膜面内磁化で、かつ磁気 Kerr 回転角も最大 0.1° 程度と非常に小さかったことから、空間光変調素子には適していなかった。

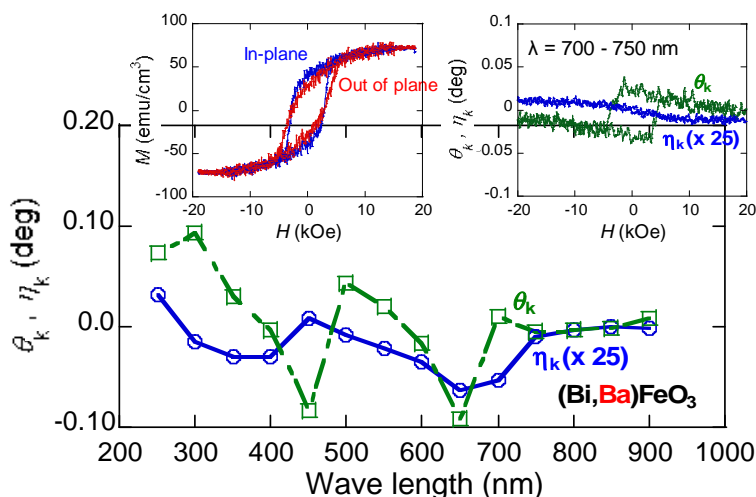


図1 (Bi,Ba)FeO₃ 強磁性・強誘電薄膜の磁化曲線と磁気Kerr効果

本研究では、上記に対して、以下の取り組みを行った。

- (1) Bi の置換元素としてアルカリ土類ではなくランタノイドに着目し、更に Fe の置換元素として Co も用いた、(Bi, La)(Fe, Co)O₃ の作製に、新たに取り組んだ。
- (2) 強磁性・強誘電薄膜の電界印加磁化反転のみでもって、磁気 Kerr 効果の電界制御が完全にはできない場合を考慮し、強磁性・強誘電薄膜の電界印加による磁化反転をその上に積層された磁気 Kerr 効果の大きい強磁性金属薄膜の磁化に磁氣的相互作用により転写すること(電界印加

磁気転写)に取り組んだ。

(3) 強磁性・強誘電薄膜の単膜での電界印加磁化反転、強磁性・強誘電薄膜と強磁性金属薄膜の積層膜での電界印加磁気転写、いずれの場合においても、大きな磁気 Kerr 効果の電界制御を実現する、つまり、単膜用に、安定的に大きな磁気 Kerr 効果が得られる材料、積層膜用に、大きな飽和磁化が得られる材料、の探索に取り組んだ。

4. 研究成果

(1) 高品位な酸化物薄膜の作製に有効な反応性パルス DC スパッタリング法を用いて (Bi,La)(Fe,Co)O₃ 強磁性・強誘電薄膜を作製した結果、図2に示すように、飽和磁化は 70 emu/cm³ 程度と大きくはなかったが、(Bi,Ba)FeO₃ 強磁性・強誘電薄膜の場合では得られなかった垂直磁気異方性(磁気 Kerr 効果の増大には効果的な物性)が発現した。そして、本薄膜の磁気 Kerr 効果を測定したところ、膜厚やレーザー波長によって変化はあるものの、最大で 1° を超える磁気 Kerr 回転角、が得られた。ただし、大きな磁気 Kerr 回転角が得られるのは赤外領域などの特定の波長のみであり、種々の波長を含む可視光に適用可能な空間光変調素子の実現には不向きであった。

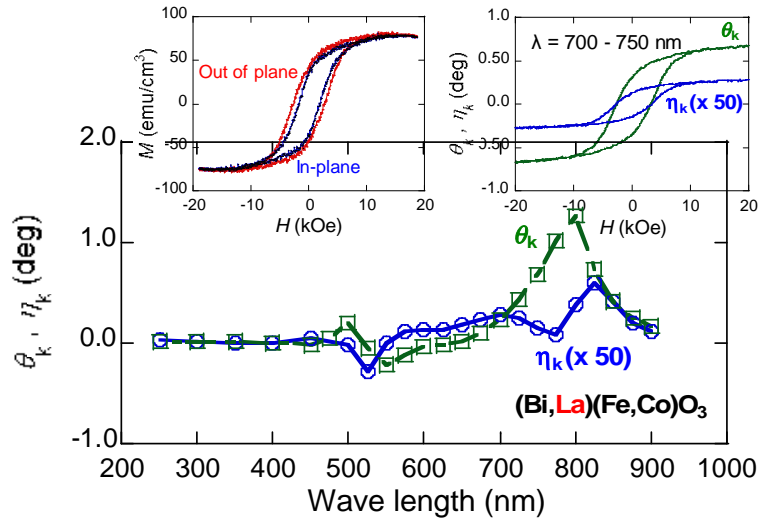


図2 (Bi,La)(Fe,Co)O₃ 強磁性・強誘電薄膜の磁化曲線と磁気 Kerr 効果

(2) この問題を解決するために、本薄膜への電界印加による磁化反転を介して、その上に積層した磁気 Kerr 効果が安定的に大きい金属磁性薄膜を磁化反転させる手法、「電界印加磁気転写」を検討した。本デモンストレーションのために、磁気 Kerr 効果は大きくは無いが、作製が容易で垂直磁気異方性の制御も容易な [Co/Pd]_n 金属強磁性多層膜を用い、3 μm 径のドットにリソグラフィプロセスを用いて微細加工して (Bi,La)(Fe,Co)O₃ 上に配置した積層膜を形成した。図3に示すように、電界を印加する前(A)と後(B)の [Co/Pd]_n の磁区構造(電界を印加したドットは左側のみ)を磁気力顕微鏡測定により比較した結果、白(N)と黒(S)が同程度数にランダムに配置している消磁状態から、白(N)が多くなり黒(S)が少なくなった磁化状態に変化した。電界印加が施された [Co/Pd]_n ドットと施されていない [Co/Pd]_n ドットのラインプロファイルから、下向きに磁化していた磁区の 75% が上向きに(「S」の 75% が「N」に)反転したことがわかる。これにより、積層膜型の空間光変調素子の電界駆動化の実現性を示すことができた。

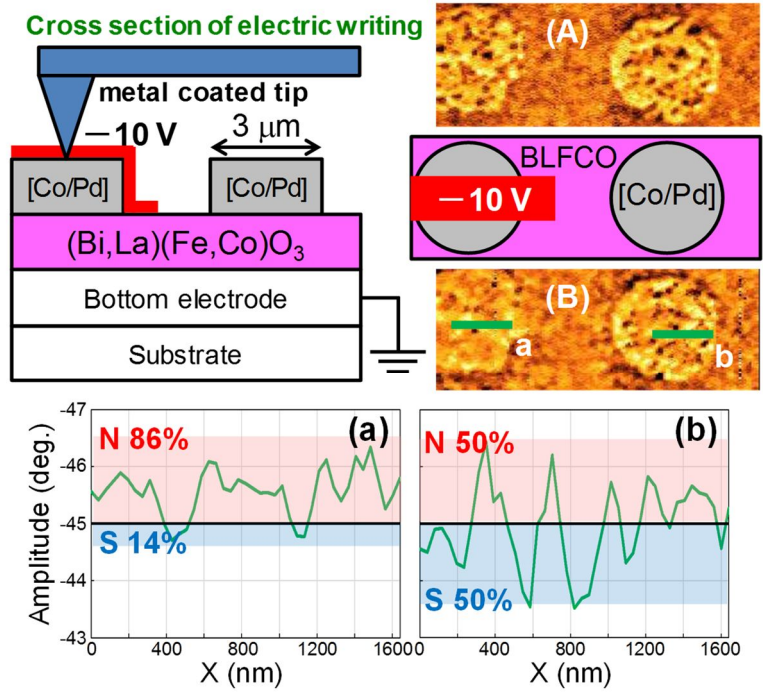


図3 (Bi,La)(Fe,Co)O₃ / [Co/Pd]_n 積層膜における電界印加磁気転写

白(N)と黒(S)が同程度数にランダムに配置している消磁状態から、白(N)が多くなり黒(S)が少なくなった磁化状態に変化した。電界印加が施された [Co/Pd]_n ドットと施されていない [Co/Pd]_n ドットのラインプロファイルから、下向きに磁化していた磁区の 75% が上向きに(「S」の 75% が「N」に)反転したことがわかる。これにより、積層膜型の空間光変調素子の電界駆動化の実現性を示すことができた。

(3) 更に、電界印加磁化反転用の単膜型でも電界印加磁気転写用の積層型でも有効な材料(前者に適するものは大きな磁気 Kerr 効果を持つ材料、後者に適するものは大きな飽和磁化を持つ材料)の探索も行った。具体的には、Bi の置換元素として、La 以外の、Nd、Sm、Gd などのランタノイドにも着目した。その結果、図 4 に示すように、今回作製した (Bi,Nd)(Fe,Co)O₃ 薄膜では、垂直磁気異方性を変わらず維持しながら、(Bi,La)(Fe,Co)O₃ 薄膜の 2 倍程度の 140 emu/cm³ の飽和磁化が得られた。また、磁気 Kerr 回転角の最大値は大きくは無いが、広い波長領域で安定的に 0.5° 程度の磁気 Kerr 回転角が得られることが判った。更に、図 5 に示すように、今回作製した (Bi,Sm)(Fe,Co)O₃ 薄膜では、同様に垂直磁気異方性を変わらず維持しながら、(Bi,La)(Fe,Co)O₃ 薄膜より大きな 100 emu/cm³ の飽和磁化が得られた。また、磁気 Kerr 回転角において、大きな値が得られる波長の範囲は広くは無いが、(Bi,La)(Fe,Co)O₃ 薄膜の 2 倍程度の 2.5° が得られた。なお、データは示していないが、A サイトの Bi に置換する元素としてランタノイド系を用いた場合に、垂直磁気異方性、大きな飽和磁化、大きな磁気 Kerr 効果、を発現する主な要因として、B サイトの Fe を置換するために用いた Co である可能性があることが判ってきている。

以上の結果より、これまでに検証済みであった、強磁性・強誘電薄膜のみの単膜型での電界印加磁化反転、今回検証に成功した、強磁性・強誘電薄膜と金属強磁性薄膜との積層型での電界印加磁気転写、それぞれにおいて、適用可能な材料の探索に成功し、電界駆動型の空間光変調素子の実現性を示すことができた。

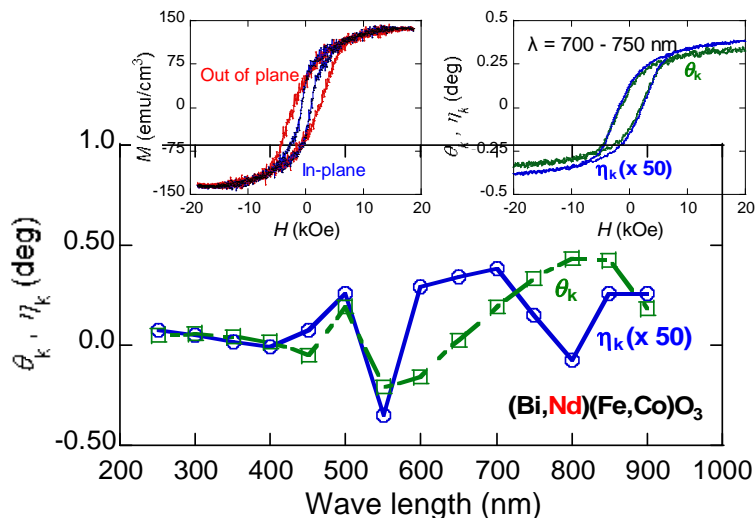


図 4 (Bi,Nd)(Fe,Co)O₃ 強磁性・強誘電薄膜の磁化曲線と磁気 Kerr 効果

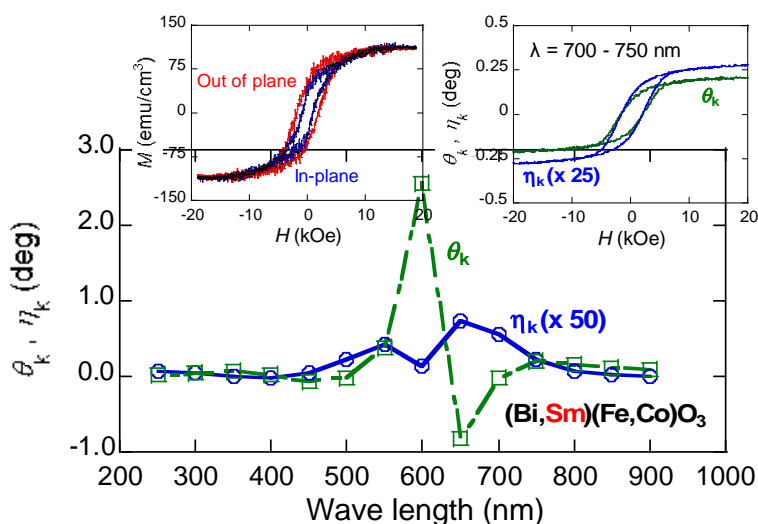


図 5 (Bi,Sm)(Fe,Co)O₃ 強磁性・強誘電薄膜の磁化曲線と磁気 Kerr 効果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7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 3件）

1. 著者名 吉村 哲, M. Kuppan	4. 巻 43-15
2. 論文標題 BiFeO ₃ 系強磁性・強誘電薄膜の記録・映像デバイス応用への試み - 薄膜の高品位作製および材料探索から機能検証まで - (招待原稿)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 37 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Yoshimura Satoru, Kuppan Munusamy	4. 巻 57
2. 論文標題 Fabrication of high-qualified (Bi _{1-x} Bax)FeO ₃ multiferroic thin films by using a pulsed DC reactive sputtering method and demonstration of magnetization reversal by electric field	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 0902B7 ~ 0902B7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.0902B7	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 Satoru Yoshimura	4. 巻 1
2. 論文標題 Fabrication of Bi _{1-x} BaxFeO ₃ multiferroic thin films with high coercivity and magnetization for electric-field writing magnetic recording	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference of Materials for Resources	6. 最初と最後の頁 490 ~ 493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 S. Yoshimura, Y. Sugawara, G. Egawa, H. Saito	4. 巻 42
2. 論文標題 Basic Study of Electric Field Induced Magnetization Reversal of Multiferroic (Bi _{1-x} Bax)FeO ₃ Thin Films at Room Temperature for Magnetic Recording Technology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Magnetism Society of Japan	6. 最初と最後の頁 11 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3379/msjmag.1803R001	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 S. Yoshimura and M. Kupan	4. 巻 1
2. 論文標題 High Functional Multiferroic Thin Films for Novel Magnetic Devices with System of Magnetization Reversal by Electric Field (Invited)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Workshop on Materials Technology and Applications 2018	6. 最初と最後の頁 IT2-9 ~ IT2-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 武田 航太郎、山本 大地、吉村 哲	4. 巻 4
2. 論文標題 反応性パルスDCスパッタリング成膜におけるBiFeO ₃ 系強磁性・強誘電薄膜の高品位作製の指針	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本磁気学会論文特集号	6. 最初と最後の頁 116 ~ 120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20819/msj.tmsj.20TR424	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 吉村哲, 山本大地, 武田航太郎, 尾関拓海, 江川元太	4. 巻 44-22
2. 論文標題 電界駆動型光変調素子への応用に向けた磁気Kerr効果の大きいBiFeO ₃ 系強磁性・強誘電薄膜材料の探索	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 33 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計34件(うち招待講演 8件/うち国際学会 14件)

1. 発表者名 S. Yoshimura, M. Kupan
2. 発表標題 Attempt of application to memory or display devices in BiFeO ₃ -based multiferroic films - Fabrication of high-qualified films, material research, and functional verification
3. 学会等名 The 2nd World Summit on Advances in Science, Engineering and Technology (Indiana Summit-2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yoshimura, M. Kuppan
2. 発表標題 Trial to application of BiFeO ₃ -based multiferroic films to new magnetic memory devices - Material research, fabrication of high-qualified films, and functional verification
3. 学会等名 19th International Conference on Science, Engineering & Technology (ICSET 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yoshimura
2. 発表標題 Development of novel magnetic recording device driven by electric field using BiFeO ₃ -based ferromagnetic and ferroelectric thin films
3. 学会等名 2019 Global Research Efforts on Energy and Nanomaterials (GREEN 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉村哲, M. Kuppan
2. 発表標題 BiFeO ₃ 系強磁性・強誘電薄膜の記録・映像デバイス応用への試み～薄膜の高品位作製および材料探索から機能検証まで～
3. 学会等名 映像情報メディア学会研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yoshimura, N. Oshita, M. Kuppan
2. 発表標題 Magnetization reversal of [Co/Pd] perpendicular magnetic film fabricated onto (Bi,La)(Fe,Co)O ₃ multiferroic film by applying electric field to multiferroic / magnetic laminated film
3. 学会等名 64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉村哲, 大下直哉, M. Kuppan
2. 発表標題 強磁性・強誘電 / 強磁性金属積層膜への電界印加による強磁性金属薄膜の磁化反転
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本大地, 吉村哲
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング成膜におけるターゲット中酸素濃度がBiFeO ₃ 系薄膜の磁気・誘電特性へ及ぼす影響
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武田航太郎, 吉村哲
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング成膜におけるBiFeO ₃ 系強磁性・強誘電薄膜の高品位作製の指針
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉村哲, 大下直哉, M. Kuppan
2. 発表標題 (Bi,La)(Fe,Co)O ₃ 強磁性強誘電薄膜上に成膜された[Co/Pd]垂直磁化膜における積層膜への電界印加による[Co/Pd]薄膜の磁化反転
3. 学会等名 応用物理学会新領域 強的秩序G 第10回研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 細谷亮太, 吉村哲
2. 発表標題 強磁性・強誘電薄膜の磁区・分域構造観察に適した高感度な磁気・電気力顕微鏡探針の作製
3. 学会等名 応用物理学会新領域 強的秩序G 第10回研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武田航太郎, 吉村哲
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング成膜におけるBiFeO ₃ 系強磁性・強誘電薄膜の高品位作製の指針
3. 学会等名 応用物理学会新領域 強的秩序G 第10回研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Yoshimura and M. Kuppan
2. 発表標題 High Functional Multiferroic Thin Films for Application to Novel Magnetic Devices with System of Magnetization Reversal by Electric Field
3. 学会等名 Solar Quest Seminar 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Yoshimura and M. Kuppan
2. 発表標題 High Functional Multiferroic Thin Films for Novel Magnetic Devices with System of Magnetization Reversal by Electric Field
3. 学会等名 International Workshop on Materials Technology and Applications 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Yoshimura and M. Kuppan
2. 発表標題 Fabrication of highly qualified (Bi1-xBax)Fe03 multiferroic thin films by using a pulsed DC reactive sputtering method and demonstration of magnetization reversal by electric field
3. 学会等名 The 21st International Conference on Magnetism (ICM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Kuppan and S. Yoshimura
2. 発表標題 Giant magnetic Kerr effect of (Bi1-xLax)(Fe0.75Co0.25)03 multiferroic thin films with perpendicular magnetic anisotropy fabricated by a pulsed DC reactive sputtering technique
3. 学会等名 The 21st International Conference on Magnetism (ICM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Kuppan and S. Yoshimura
2. 発表標題 Properties of magnetic Kerr effect of (Bi1-xLax)(Fe0.75Co0.25)03 multiferroic thin films with perpendicular anisotropy fabricated by a pulsed DC reactive sputtering technique
3. 学会等名 International Workshop on Materials Technology and Applications 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Kuppan, 山本大地, 吉村哲
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング法による(Bi1-xLax)(Fe,Co)03強磁性・強誘電薄膜の高品位作製とその磁気および誘電特性
3. 学会等名 第42回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉村哲
2. 発表標題 強磁性強誘電薄膜の電気磁気効果測定に向けた(Bi1-xLax)(Fe,Co)O3薄膜の磁気光学特性の評価
3. 学会等名 第42回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本大地, M. Kuppan, 吉村哲
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング法を用いて作製した強磁性強誘電(Bi1-xLax)(Fe,Co)O3薄膜の磁気・誘電特性の評価
3. 学会等名 応用物理学会東北支部第73回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉村哲
2. 発表標題 強磁性強誘電薄膜の電気磁気効果測定に向けたBiFeO3系薄膜の磁気光学特性の評価
3. 学会等名 応用物理学会東北支部第73回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉村哲
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング法による品位(Bi1-xBax)FeO3強磁性強誘電薄膜の作製とその磁気および誘電特性
3. 学会等名 第41回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉村哲
2. 発表標題 イオンビームアシストスパッタリング法による高保磁力かつ高飽和磁化 -Fe ₂ O ₃ 強磁性強誘電薄膜の作製
3. 学会等名 第41回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoru Yoshimura
2. 発表標題 High Functional Multiferroic Thin Films for Application to Novel Magnetic Recording Devices with Electric-Field Writing Method
3. 学会等名 International Conference on Advances in Material Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉村哲、M.Kuppan
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング法による(Bi _{1-x} Bax)FeO ₃ 強磁性強誘電薄膜の高品位作製とその磁気および誘電特性
3. 学会等名 スピニクス特別研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M.Kuppan、S.Yoshimura、S.Kalainathan
2. 発表標題 Fabrication of (Bi _{1-x} Lax)(Fe _{1-y} Coy)O ₃ multiferroic thin films by using a pulsed DC reactive sputtering method and its magnetic properties
3. 学会等名 スピニクス特別研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoru Yoshimura
2. 発表標題 Fabrication of highly qualified (B1-xBax)FeO3 multiferroic thin films by using a pulsed DC reactive sputtering technique and its magnetic and dielectric properties
3. 学会等名 4th International Symposium on Advanced Magnetic Materials and Applications (ISAMMA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉村哲、M.Kuppan
2. 発表標題 反応性パルスDCスパッタリング法による(Bi1-xBax)FeO3強磁性強誘電薄膜の高品位作製
3. 学会等名 応用物理学会新領域 強的秩序G 第6回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoru Yoshimura
2. 発表標題 Fabrication of BiFeO3 multiferroic thin films with high coercivity and magnetization for electric-field writing magnetic recording
3. 学会等名 International Conference of Materials for Resources 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoru Yoshimura
2. 発表標題 Voltage control of magnetization direction of multiferroic thin films for application to novel magnetic recording devices with electric-field writing method
3. 学会等名 The 28th Magnetic Recording Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoru Yoshimura
2. 発表標題 Development of high-functional and high-quality multiferroic thin films for application of high performance magnetic devices driven by electric field (Keynote)
3. 学会等名 Virtual International Conference on Photovoltaic and Material Science (オンライン開催)(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村哲, 山本大地, 武田航太郎, 尾関拓海, 江川元太
2. 発表標題 電界駆動型光変調素子への応用に向けた磁気Kerr効果の大きいBiFeO3系強磁性・強誘電薄膜材料の探索
3. 学会等名 映像情報メディア学会マルチメディアストレージ研究会(MMS)(オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林拓海, 中田堯人, 吉村哲
2. 発表標題 高い磁化値・磁化率を有するCo-Al2O3超常磁性グラニューラー薄膜の作製
3. 学会等名 第19回日本金属学会東北支部研究発表大会 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村哲, 山本大地, 武田航太郎, 尾関 拓海, 江川元太
2. 発表標題 強磁性強誘電/強磁性金属積層膜での電界印加磁気転写に向けた高飽和磁化・垂直磁化BiFeO3系強磁性・強誘電薄膜材料の探索
3. 学会等名 第44回日本磁気学会学術講演会 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村哲, 山本大地, 武田航太郎, 尾関拓海, 江川元太
2. 発表標題 Bi0.5A0.5(Fe1-XCoX)O3 (A : ランタノイド, X : 0 - 0.3) 薄膜の磁気Kerr効果
3. 学会等名 強的秩序とその操作に関する第12回講演会 (オンライン開催)
4. 発表年 2021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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インド	VIT大学			
その他の国・地域	台湾国立彰化師範大学			