

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03226

研究課題名(和文) 新規高周波磁化計測技術による磁性超薄膜の磁化ダイナミクスの解明

研究課題名(英文) Study on the magnetization dynamics of ultra-thin magnetic films using a newly proposed high-frequency magnetization measurement technique

研究代表者

遠藤 恭 (ENDO, Yasushi)

東北大学・工学研究科・准教授

研究者番号：50335379

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、新規省エネ型スピントロニクスデバイスの基本要素パラメータである磁性超薄膜の磁化ダイナミクスに着目し、その新規計測技術の構築と、その計測技術を用いた磁性超薄膜における磁化ダイナミクスのメカニズム解明を行った。その結果、飽和磁気ひずみと、磁化ダイナミクスの主要パラメータであるダンピング定数を同時計測できる高周波伝送線路型プロービング磁化計測技術を構築し、得られるパラメータの値の妥当性を明確にした。また、磁化ダイナミクスのメカニズムに関しては、Fe系軟磁性二元合金超薄膜や他の合金薄膜の飽和磁気ひずみとダンピング定数を本計測技術により評価し、それらの相関の有無を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的な意義に関しては、本計測技術の構築と妥当性を明確にでき、その計測技術を用いて材料固有の磁気パラメータである磁気ひずみと磁化ダイナミクスの基本パラメータの一つであるダンピング定数の関連性を明らかにしたところである。また、社会的意義に関しては、磁化ダイナミクスのメカニズム解明に関連する結果が得られたことにより、デバイスを担う磁性材料設計が容易になることが期待でき、デバイスの実用化につながることを期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study focuses on the magnetization dynamics of the magnetic ultrathin films which was one of the fundamental parameter for the new energy saving type spintronics devices. This study also reports the development of our proposed measurement technique for the magnetization dynamics in magnetic thin films, which employs a microstripe line probe to detect ferromagnetic resonance spectra for a film sample either with or without tensile stress, and then investigates the mechanism of magnetization dynamics in their films using this measurement technique. This measurement technique allows for more precise evaluation of magnetization dynamics by providing information on both the saturation magnetization and damping constant simultaneously for individual sample. Additionally, as for the mechanism of magnetization dynamics in these films, their results demonstrate these parameters show more consistent relation suggesting that they are both originated from spin-orbital coupling.

研究分野：高周波磁性材料・高周波磁気計測工学

キーワード：電子・電気材料 スピントロニクス 磁性 超薄膜 金属物性 高周波磁気計測 ダンピング定数 磁気ひずみ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

新規省エネ型スピントロニクスデバイスの設計・実用化を行う上で、デバイスを構成する磁性超薄膜における磁化の高周波磁界応答(磁化ダイナミクス)は低消費電力化やデータ転送レート等に直結する重要な基本要素パラメータの一つである。したがって、この磁化ダイナミクスの研究開発はデバイス応用の観点から国内外で盛んに行なわれている。また、磁化ダイナミクスに直結する材料探索や新規計測技術の開発等基礎的な観点からも国内外で積極的に行われている。

磁化ダイナミクスは、高周波磁界、外部磁界や磁性材料に起因する異方性磁界等からなる有効磁界からトルクを受けて引き起こされる磁化の緩和現象を表すものであり、磁性材料の強磁性共鳴(Ferromagnetic Resonance : FMR)と磁化の制動定数に依存する。したがって、新規省エネ型スピントロニクスデバイスの設計・実用化に向けて、磁性超薄膜における磁化ダイナミクスの定量評価と同時に、そのメカニズム解明と制御法の確立が急務である。しかしながら、従来の計測技術では、磁化ダイナミクスそのものの評価は可能であるが、磁気ひずみや磁気異方性定数といった他の磁気パラメータを同時計測することが困難である。そのため、磁化ダイナミクスのメカニズム解明には至っておらず、その制御法に関しても手探り状態のままである。

我々は、磁性超薄膜における制動定数の高精度計測が可能な「高周波伝送線路によるブロードバンドFMR(B-FMR)計測技術」と、磁性超薄膜における飽和磁気ひずみを正確に評価できる「高感度薄膜磁気ひずみ計測装置」を開発し、これらの計測技術を用いて信頼性の高い結果を得てきた(IEEE Trans. Magn.51, 2300604(2015)他3件、H28年電気学会全国大会招待講演他7件)。また、Fe系二元合金薄膜において制動定数と飽和磁気ひずみとの間に相関がある可能性を示すと同時に、磁歪ゼロNi組成近傍のNi-Feに第三元素を添加すると、材料固有の制動定数と飽和磁気ひずみを同時制御が可能であることを見出した(JAP117, 17A330(2015), JAP109, 07D336(2011)他3件)。これらの研究成果を踏まえて、磁化ダイナミクスと、関連性の高い飽和磁気ひずみを同時計測可能な新規「高周波伝送線路プロービング型磁化計測技術」(図1)の構築に取り組んでいる。この計測技術の開発に成功すれば、磁性超薄膜の磁化ダイナミクスのメカニズム解明が期待でき、また局所領域でのダイナミクス分布が明確となることが期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、新規省エネ型スピントロニクスデバイスの基本要素パラメータである磁性超薄膜の磁化ダイナミクスに着目して、高周波伝送線路プロービング型磁化計測技術の構築を行い、本計測技術の妥当性を検証し、構築した本計測技術を用いて磁性超薄膜における磁化ダイナミクスのメカニズムを解明することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 高周波伝送線路プロービング型磁化計測技術の構築:

【計測技術の構成】 図1に示すように、本計測技術は、信号検出プローブである2ポート型マイクロストリップ線路(Microstrip Line: MSL)プローブ、ベクトルネットワークアナライザ(VNA)、電磁石、電磁石制御電源、位置検出レーザ変位計、試料xyステージとPCからなる。

【計測方法】 薄いガラス基板上に製膜した薄膜試料をわずかに湾曲させた試料台に設置し、位置検出レーザ変位計を用いて試料の曲率半径を評価した。このとき、試料に引張応力が付与された状態となっている。この試料表面に、VNAから高周波ケーブルを介して交流電流が供給されたMSLプローブを近接配置させ、試料面内に高周波磁界を発生させる。この状態を保持させながら、電磁石を用いて一様な直流磁界を、MSLプローブの信号線路長方向に沿って面に印加した。その上で、MSLプローブにより検出されるSパラメータの透過係数の周波数依存性(応力付与時の強磁性共鳴(FMR)スペクトル)を、直流磁界を変えながらVNAを用いて測定し、応力付与時のFMR周波数($f\sigma$)を評価した。次に、同じ薄膜試料を、平坦な試料台に設置し、上述した手順でSパラメータの透過係数の周波数依存性(応力のない時のFMRスペクトル)を、直流磁界を変えながらVNAで測定し、FMR周波数(f)を評価した。得られた応力付与時の曲率半径と、応力付与および無付与時のFMR周波数を用いて、 $(f\sigma^2 - f^2)/f^2$ と外部磁界の関係から、飽和磁気ひずみを求めた。さらに、応力無負荷時のFMR周波数(f)とその半値幅(Δf)を用いて、ダンピング定数を求めた。

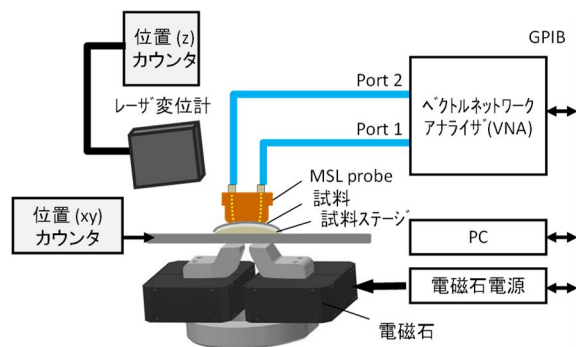


図1 新規高周波伝送線路プロービング型磁化計測技術の概略図

(2) 本計測技術による磁性超薄膜の磁化ダイナミクスのメカニズム解明

【試料作製法】 Fe系二元系合金薄膜およびCo系軟磁性合金薄膜の作製には、DCマグネト

ロンスパッタもしくはRFスパッタを用いた。作製した薄膜の膜厚に関しては、Fe系二元系合金の場合には3 - 50 nmもしくは100 nmであり、Co系軟磁性合金薄膜の場合には250 nmである。基板には、主にガラス基板を用いた。

【評価方法】合金薄膜の構造解析には透過型電子顕微鏡(TEM)を、組成分析にはエネルギー分散型X線分光法(EDX)、静磁気特性評価には振動試料型磁力計(VSM)を用いた。また、合金薄膜の磁化磁化ダイナミクスと磁気ひずみの定量評価には、高周波伝送線路プロービング型磁化計測技術を用いた。

4. 研究成果

(1) 高周波伝送線路プロービング型磁化計測技術の構築：

図1に示すように、飽和磁気ひずみと、磁化ダイナミクスの基本パラメータの一つであるダンピング定数を同時計測可能なMSLプローブを信号検出プローブに用いた新規磁化計測技術を構築した。本計測技術を用いて、実際にFe系軟磁性二元合金薄膜の飽和磁気ひずみとダンピング定数を評価した。得られた結果の一例を図2に示す。本計測技術により得られた飽和磁気ひずみの値は、従来の光てこ法により得られた値と同程度となった。ダンピング定数に関しては、それらの値は、従来の周波数掃引型ブロードバンドFMR測定法による値とほぼ同じとなった。また、ダンピング定数解析時に得られたFMR周波数半値幅を磁界半値幅へ換算することにより、ダンピング定数の値をより高精度に評価できることがわかった。これらの結果から、構築した本計測技術が妥当であることが確認できた。

次に、構築した新規計測技術による磁性材料適用範囲と、磁化ダイナミクスのマッピング(膜面内分布)に関して検討した。本計測技術による材料適用範囲に関しては、Fe系軟磁性二元合金薄膜に加えて、巨大磁歪を有するFe-Ga薄膜、アモルファスCo-Fe-B薄膜や、硬質基板上に製膜したYIG薄膜の飽和磁気ひずみを評価し、それらの値はおおむね従来の光てこ法により得られた値と同じくらいの値が得られたことを確認した。このことから、磁性材料の適用範囲は比較的幅広いことがわかった。磁化ダイナミクスのマッピング(膜面内分布)に関しては、アモルファスCo-Zr-Nb(50 nm)薄膜の磁気ひずみの膜面内分布を評価した。その結果、飽和磁気ひずみの値は、測定箇所に関係なくおよそ-3.6 ppmとなり、飽和磁気ひずみが膜面内ではほぼ均等であることがわかった。また、これらの結果は応力付与のない場合におけるFMR周波数と半値幅を用いればダンピング定数の膜面内分布測定が可能であることを示唆している。

(2) 本計測技術による磁性超薄膜の磁化ダイナミクスのメカニズム解明

磁性超薄膜における磁化ダイナミクスのメカニズム解明を行うために、構築した本計測技術を用いてFe系軟磁性二元合金超薄膜における飽和磁気ひずみとダンピング定数を測定した。10 nm厚のFe-Ni合金薄膜の場合には、図3に示すように、ゼロ磁気ひずみ近傍の80 at.%のNi組成を境にして、飽和磁気ひずみの符号に依存してダンピング定数の増加量が大きく変化した。この結果は、50 nm厚のFe-Ni合金薄膜の場合と類似している。また、10 nm厚のFe-Si合金薄膜の場合には、図4に示すように、ゼロ磁気ひずみ近傍の18 at.%のSi組成を境にして、正の飽和磁気ひずみを有する18 at.%以下のSi組成域では、飽和磁気ひずみとダンピング定数のSi組成に対する傾向が類似した。

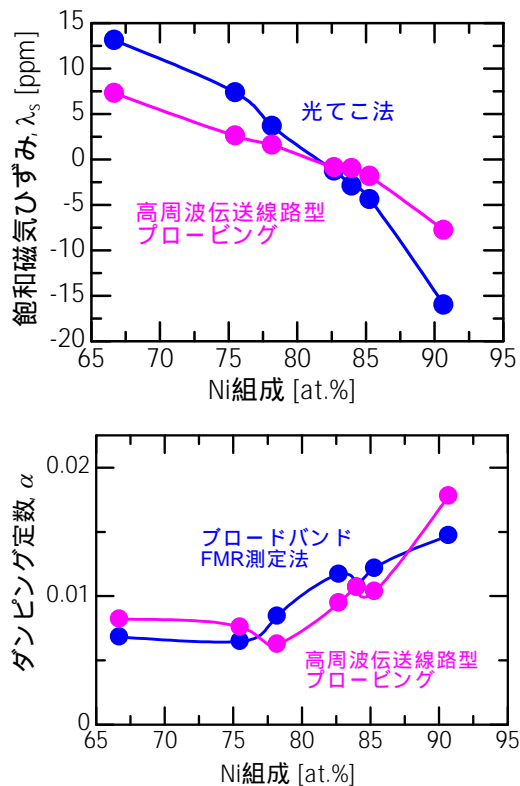


図2 本計測技術と従来の計測技術との比較 (Fe-Ni 薄膜の飽和磁気ひずみとダンピング定数)

磁化ダイナミクスのマッピング(膜面内分布)に関しては、アモルファスCo-Zr-Nb(50 nm)薄膜の磁気ひずみの膜面内分布を評価した。その結果、飽和磁気ひずみの値は、測定箇所に関係なくおよそ-3.6 ppmとなり、飽和磁気ひずみが膜面内ではほぼ均等であることがわかった。また、これらの結果は応力付与のない場合におけるFMR周波数と半値幅を用いればダンピング定数の膜面内分布測定が可能であることを示唆している。

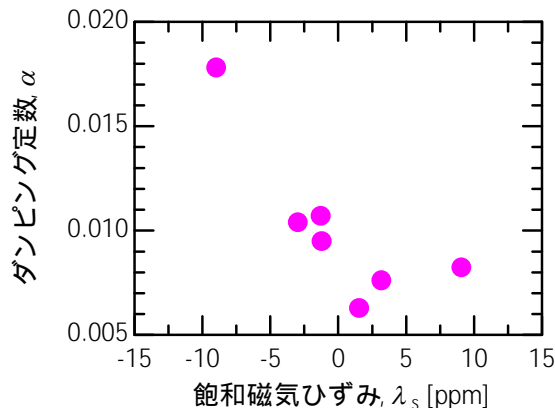


図3 Fe-Ni 膜におけるダンピング定数と飽和磁気ひずみの関係

この結果は、Ni-Fe 合金薄膜の場合とほぼ一致している。したがって、Fe 系軟磁性二元合金超薄膜では、飽和磁気ひずみとダンピング定数の間に相関性があることを示唆している。

一方で、Fe-Co や Fe-Ga といった磁気ひずみの大きな Fe 系二元合金薄膜では、飽和磁気ひずみの値は数十 ppm と比較的大きく、ダンピング定数の値も Fe 系軟磁性合金に比べて数倍程度高くなった。しかしながら、飽和磁気ひずみとダンピング定数との間には関連性が見られなかった。また、スピントロニクスにおいて代表的な磁性材料とされる、アモルファス Co-Fe-B 合金薄膜に関しては、飽和磁気ひずみとダンピング定数

との間に関連性が観測できなかった。これらの結果から、他の Fe 系二元合金の場合には異方性分散や two-magnon 散乱といった磁氣的不均一性といった外的要因に由来し、アモルファス Co 合金の場合には Fe 系二元合金のメカニズムとは異なっていることを意味している。

さらに、磁性超薄膜における磁化ダイナミクスの制御法に関する基礎検討として、電極付強誘電体基板上に製膜した Fe-Ga 合金薄膜に電極部分から交流電界を印加して、Fe-Ga 合金薄膜における静的・動的磁気特性の交流電界強度依存性を評価した。電界による磁気特性の変化がわずかしか見られなかった。この原因は強誘電体へ印加する交流電界強度が不足していたことによるものと考えられる。これらの結果から、誘電体と磁性体の組み合わせ、また磁性体の膜厚などの材料作成パラメータの最適化を図る必要があることがわかった。

本研究課題により得られた成果は、従来研究において磁気異方性とダンピング定数の相関性が指摘されてきた Co 系二元合金薄膜の場合とは異なり、軟磁性 Fe 系二元合金薄膜では新たに磁気ひずみとダンピング定数との相関性が有ることを明確にしたことであり、国内外において学術的に大変意義のある成果である。また、この相関性は、デバイス設計・開発に直結するパラメータである磁化ダイナミクスのメカニズム解明に関連する成果であり、デバイスを担う磁性材料設計が容易になり、デバイスの実用化につながることを期待できる。さらに、構築した計測技術を発展させていくことにより、デバイス開発サイクルの短縮につながることを期待できる。

引用文献

Y. Endo, O. Mori, Y. Shimada, S. Yabukami, S. Sato, R. Utsumi, Study on measurement technique for magnetization dynamics of thin films, Applied Physics Letters 112, 252403 (2018).

遠藤恭、新規高周波伝送線路型プロービングによる SHF 帯磁気ひずみ計測技術の開発、まぐね 14, 33-40 (2019)

遠藤恭、森修、島田寛、藪上信、佐藤茂行、内海良一、磁性薄膜における新規磁化ダイナミクス計測法の開発、電気学会マグネティックス研究会資料、2018

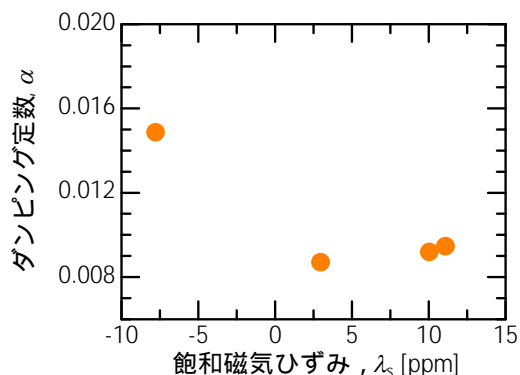


図4 Fe-Si 膜におけるダンピング定数と飽和磁気ひずみの関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13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 Yasushi Endo, Osamu Mori, Yutaka Shimada, Shin Yabukami, Shigeyuki Sato, Ryoichi Utsumi	4. 巻 112
2. 論文標題 Study on measurement technique for magnetization dynamics of thin films	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 252403-1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5032305	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 Muroga Sho, Endo Yasushi, Tanaka Motoshi	4. 巻 21
2. 論文標題 Mechanism and Design of Magnetic Sheet-/Film-Type Noise Suppressor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of The Japan Institute of Electronics Packaging	6. 最初と最後の頁 635-639
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5104/jiep.21.635	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 Sho Muroga, Yasushi Endo, Masanari Takamatsu, Hiroya Andoh	4. 巻 54
2. 論文標題 T-Type Equivalent Circuit of On-Chip Microstrip Line With Magnetic Film-Type Noise Suppressor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetics	6. 最初と最後の頁 8001204-1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TMAG.2018.2818119	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 Jingyan Ma, Sho Muroga, Yasushi Endo, Shuichiro Hashi, Hiroo Yokoyama, Yoshiaki Hayashi, Kazushi Ishiyama	4. 巻 54
2. 論文標題 Analysis of Magnetic-Film-Type Noise Suppressor Integrated on Transmission Lines for On-Chip Crosstalk Evaluation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetics	6. 最初と最後の頁 2800404-1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TMAG.2018.2812846	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 Jingyan Ma, Sho Muroga, Yasushi Endo, Shuichiro Hashi, Masayuki Naoe, Hiroo Yokoyama, Yoshiaki Hayashi, Kazushi Ishiyama	4. 巻 8
2. 論文標題 Noise suppression and crosstalk analysis of on-chip magnetic film-type noise suppressor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 056613-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5007315	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 遠藤 恭	4. 巻 14
2. 論文標題 新規高周波伝送線路型プロービングによるSHF帯磁気ひずみ計測技術の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 まぐね	6. 最初と最後の頁 33-40
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 Sho Muroga, Yasushi Endo, Motoshi Tanaka	4. 巻 48
2. 論文標題 Inductance Evaluation of CPW with Co-Zr-Nb Film Using Magnetic Circuit Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 1342-1346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11664-018-6835-z	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. Pati, M. Al-Mahdawi, Y. Shiokawa, M. Sahashi, Y. Endo	4. 巻 53
2. 論文標題 Effect of a Platinum Buffer Layer on the Magnetization Dynamics of Sputter Deposited YIG Polycrystalline Thin Films	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS	6. 最初と最後の頁 6101105-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2017.2695560	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. Muroga, Y. Endo	4. 巻 53
2. 論文標題 Magnetic Circuit Evaluation of Conductive and Near-field Noise Suppression Using Co-Zr-Nb Film	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS	6. 最初と最後の頁 8002704-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2017.2705086	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. Endo, T. Sakai, T. Miyazaki, Y. Shimada	4. 巻 53
2. 論文標題 Effect of Film Thickness on High Frequency Magnetic Properties of Polycrystalline Fe-Ga Films	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS	6. 最初と最後の頁 2502305-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2017.2703119	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 川辺 泰之、遠藤 恭、宮崎 孝道	4. 巻 3
2. 論文標題 Fe-Ga多結晶薄膜における高周波磁気特性のGa組成による変化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本磁気学会論文特集号	6. 最初と最後の頁 34 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20819/msjtmjsj.19TR307	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 Muroga Sho, Ma Jingyan, Endo Yasushi, Hashi Shuichiro, Naoe Masayuki, Tanaka Motoshi, Yokoyama Hiroo, Ishiyama Kazushi	4. 巻 58
2. 論文標題 Crosstalk suppression of magnetic films covered by two parallel microstrip lines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 080902 ~ 080902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab2d8d	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 Endo Yasushi, Kawabe Yasuyuki, Miyazaki Takamichi, Shimada Yutaka	4. 巻 487
2. 論文標題 Effect of Ga composition on the static and dynamic magnetic properties of Fe100-Ga films (18.5 x 33.4)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 165323 ~ 165323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2019.165323	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 Endo Yasushi	4. 巻 59
2. 論文標題 Study on the Magnetostriiction and Magnetization Dynamics of Fe-Ga Polycrystalline Films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materia Japan	6. 最初と最後の頁 26 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/materia.59.26	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58件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Y. Endo, O. Mori, S. Yabukami, R. Utsumi, Y. Shimada
2. 発表標題 Development of the New Measurement Technique for Spin Dynamics of Magnetic Thin Films
3. 学会等名 Intermag 2018 Singapore (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 O. Mori, Y. Endo, Y. Shimada, S. Yabukami, R. Utsumi
2. 発表標題 In-site measurement of permeability and magnetostriction constant of magnetic films deposited on Si wafers
3. 学会等名 Intermag 2018 Singapore (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasushi Endo
2. 発表標題 Study on the New Technique of Spin Dynamics Measurement
3. 学会等名 The 5th International Conference of Asian Union of Magnetics Societies (IcAUMS 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sho Muroga, Yasushi Endo, Motoshi Tanaka
2. 発表標題 Inductance Evaluation of CPW with Co-Zr-Nb Film Using Magnetic Circuit Analysis
3. 学会等名 The 5th International Conference of Asian Union of Magnetics Societies (IcAUMS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 遠藤恭、森修、島田寛、藪上信、佐藤茂行、内海良一
2. 発表標題 磁性薄膜における新規磁化ダイナミクス計測法の開発
3. 学会等名 電気学会マグネティックス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 遠藤恭、森修、藪上信、内海良一、島田寛
2. 発表標題 新規磁化ダイナミクス計測法による磁性薄膜におけるダンピング定数と磁気ひずみの評価
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 川辺泰之、遠藤恭、宮崎孝道
2. 発表標題 Fe-Ga膜における磁気特性のGa組成による変化
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 森修、遠藤恭、島田寛、薮上信、内海良一
2. 発表標題 ウェハレベルの磁性薄膜高周波磁歪定数・分布評価法の開発
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 遠藤恭
2. 発表標題 軟磁性薄膜の開発と高周波磁気特性の解明、高周波磁気計測法の開発
3. 学会等名 技術情報協会セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川辺泰之、遠藤恭、宮崎孝道
2. 発表標題 Fe _{100-x} Gax膜における磁気特性のGa組成(x)依存性
3. 学会等名 平成30年度スピニクス特別研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 直江正幸, 遠藤恭, 室賀翔
2. 発表標題 SHF帯で一定な交流抵抗を得るためのナノグラニューラ膜積層技術の基礎検討
3. 学会等名 電気学会マグネティックス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Endo, O. Mori, Y. Shimada, S. Yabukami, S. Sato, R. Utsumi
2. 発表標題 Study on the Magnetization Dynamics of Fe-Si Thin Films Using Our Proposed Measurement Technique
3. 学会等名 2019 Joint MMM-Intermag Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasushi Endo, Yasuyuki Kawabe, Takamichi Miyazaki, Yutaka Shimada
2. 発表標題 Effect of Ga Composition on Statics and Dynamics Magnetic Properties of Polycrystalline Fe _{100-x} Ga _x Films
3. 学会等名 2019 Joint MMM-Intermag Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Endo, T. V. A. Nguyen, H. Sato, S. Ikeda, T. Endoh
2. 発表標題 Effect of Film Thickness on the Magnetization Dynamics in Co-Fe-B Thin Films
3. 学会等名 The 2nd Symposium for World Leading Research Centers - Materials Science and Spintronics- 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. V. A. Nguyen, Y. Shiratsuchi, H. Sato, S. Ikeda, T. Endoh, Y. Endo
2. 発表標題 An investigation of magnetization dynamics in Pt/Co/Cr203 stack film
3. 学会等名 The 2nd Symposium for World Leading Research Centers - Materials Science and Spintronics- 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Anh ThiVan Nguyen, Yu Shiratsuchi, Hideo Sato, Shoji Ikeda, Tetsuo Endoh, Yasushi Endo
2. 発表標題 Magnetic damping in Pt/Co/Cr203/Pt stack films with perpendicular magnetic anisotropy
3. 学会等名 2019年 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 田中治憲、Thi Van Anh Nguyen、宮崎孝道、杵修一郎、石山和志、遠藤恭
2. 発表標題 アモルファスCo-Fe-B薄膜における磁気特性の膜厚依存性
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 川辺泰之、宮崎孝道、遠藤 恭
2. 発表標題 Ga組成の異なるFe100-xGax膜における磁気特性の膜厚による変化
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 室賀翔、遠藤恭、田中元志
2. 発表標題 電磁ノイズ抑制のためのCo-Zr-Nb膜を配置したCPWの配線抵抗
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Pati, M. Al-Mahadawi, Y. Shiokawa, M. Sahashi, Y. Endo
2. 発表標題 Magnetization dynamics of post-annealed yttrium-iron-garnet thin-film sputtered deposited over a platinum electrode
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference, INTERMAG Europe 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Endo, T. Miyazaki, Y. Shimada
2. 発表標題 Change in the Magnetization Dynamics of Fe _{1-x} Co _x Thin Films with Co Concentration x
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference, INTERMAG Europe 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Muroga, Y. Endo
2. 発表標題 Magnetic Circuit Evaluation of Conductive and Near-Field Noise Suppression using Co-Zr-Nb Film
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference, INTERMAG Europe 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Endo, T. Sakai, T. Miyazaki, Y. Shimada
2. 発表標題 Effect of Film Thickness on High Frequency Magnetic Properties of Polycrystalline Fe-Ga Films
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference, INTERMAG Europe 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Pati, Y. Endo
2. 発表標題 Effect of normal metal seed and capping layers on the magnetization dynamics of permalloy thinfilms
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 S. Pati, Y. Endo
2. 発表標題 Microstructure dependent magnetization dynamics of polycrystalline YIG thin films
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 遠藤恭, 坂井拓美, 宮崎孝道, 島田寛
2. 発表標題 Fe-Ga薄膜における高周波磁気特性の膜厚依存性
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 遠藤恭, 森修, 藪上信, 内海良一, 島田寛
2. 発表標題 磁性薄膜における磁気ひずみ新規高周波計測法の開発
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 森修, 遠藤恭, 島田寛, 藪上信, 内海良一
2. 発表標題 ウェハレベルの磁性薄膜高周波特性評価法の開発
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 遠藤恭, 森修, 藪上信, 内海良一, 島田寛
2. 発表標題 伝送線路プローブによる新規磁気ひずみ計測法の開発
3. 学会等名 平成29年度スピニクス特別研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Pati, Y. Endo
2. 発表標題 Effect of different capping layer on the Gilbert damping of polycrystalline YIG thin film
3. 学会等名 62nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Y. Endo, O. Mori, S. Yabukami, R. Utsumi, Y. Shimada
2 . 発表標題 Development of New Measurement Technique for Magnetization Dynamics of Magnetic Thin Film
3 . 学会等名 4th International Symposium on Advanced Magnetic Materials and Application (ISAMMA) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 S. Muroga, Y. Endo, M. Takamatsu, H. Andoh
2 . 発表標題 T-type Equivalent Circuit Analysis of On-chip Lines with Magnetic Film-type Noise Suppressor
3 . 学会等名 4th International Symposium on Advanced Magnetic Materials and Application (ISAMMA) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Y. Endo, O. Mori, S. Yabukami, R. Utsumi, Y. Shimada
2 . 発表標題 Study on the New Measurement Technique of Magnetization Dynamics in Magnetic Thin Films
3 . 学会等名 Kick-off Symposium for World Leading Research Centers - Material Science and Spintronics - (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Pati, Y. Endo
2 . 発表標題 Study on the Magnetization Dynamics of Polycrystalline YIG Thin Films
3 . 学会等名 Kick-off Symposium for World Leading Research Centers - Material Science and Spintronics - (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 遠藤恭, 藪上信, 森修, 内海良一, 島田寛
2. 発表標題 磁性薄膜における磁化ダイナミクスの新規計測法の開発
3. 学会等名 平成30年電気学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川邊泰之, 遠藤恭, 宮崎孝道
2. 発表標題 Fe-Ga薄膜における構造と磁気特性のGa組成依存性
3. 学会等名 平成30年電気学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 室賀翔, 遠藤恭, 安藤浩哉, 田中元志
2. 発表標題 磁性膜を配置したMSLの回路定数の計測と特性解析
3. 学会等名 平成30年電気学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 遠藤恭
2. 発表標題 周波伝送線路を用いた新規磁気ひずみ計測技術の開発
3. 学会等名 第5回ナノスケール磁性体研究会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川辺泰之, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 膜厚の異なるFe _(100-x) Ga _(x) 膜(18.5 x 33.4)の静的・動的磁気挙動に関する研究
3. 学会等名 電気学会マグネティックス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 遠藤恭, T. Nguyen, 川辺泰之, 島田寛
2. 発表標題 Fe系二元合金薄膜における面内および面直ダンピングの比較
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 能澤昂平, 沖田和彦, L. Tonthat, 藪上信, 遠藤恭, 島田寛, 齊藤伸, 内海良一
2. 発表標題 フレキシブルマイクロストリップ線路型プローブによる磁性薄膜の67GHz までの高周波透磁率測定
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 遠藤恭, 田中治憲, T. Nguyen, 佐藤英夫, 池田正二, 遠藤哲郎
2. 発表標題 Co-Fe-B 薄膜における磁化ダイナミクスの温度依存性
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 川辺泰之, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 Ga組成の異なるFe100-xGax膜における磁気特性の膜厚依存性
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 田中治憲, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 Co-Fe-B 薄膜における構造および磁気特性の膜厚による変化
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 川辺泰之, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 Fe100-xGax膜における磁気特性の膜厚による変化
3. 学会等名 令和元年度スピニクス特別研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasushi Endo, Harunori Tanaka, Thi Van Anh Nguyen, Hideo Sato, Shoji Ikeda, Tetsuo Endoh
2. 発表標題 Effect of Temperature on the Magnetization Dynamics of Amorphous Co-Fe-B Thin Films with Various Thicknesses
3. 学会等名 64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Kawabe, T. Miyazaki, and Y. Endo
2. 発表標題 Effect of film thickness on static and high frequency magnetic properties of Fe _{100-x} Ga _x films with various Ga composition (x)
3. 学会等名 64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 遠藤恭
2. 発表標題 高周波軟磁性薄膜および高周波磁気計測法の開発
3. 学会等名 2019年度電子情報通信学会東北支部講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 遠藤恭, Nguyen Thi Van Anh, 田中治憲, 宮崎孝道
2. 発表標題 Co-Fe-B薄膜における磁気ひずみとダンピング定数の膜厚による効果
3. 学会等名 電気学会マグネティックス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Endo, T. V. A. Nguyen, H Sato, S. Ikeda, and T. Endoh
2. 発表標題 Study on the in-plane and out-of-plane effective damping constant in amorphous Co-Fe-B thin films
3. 学会等名 The 3rd Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasushi Endo
2. 発表標題 Development of High-frequency Magnetic Measurement Techniques
3. 学会等名 KIMS Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村松省吾, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 Fe85.1-xGaxB14.9薄膜における磁気特性のGa組成依存性
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川辺泰之, 村松省吾, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 (Fe0.75Ga0.25)100-xBx多結晶薄膜における磁気特性のB組成による変化
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中治憲, Thi Van Anh Nguyen, 宮崎孝道, 遠藤恭
2. 発表標題 Co-Fe-B薄膜における磁化ダイナミクスの下地層による影響
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠藤恭
2. 発表標題 新規磁化ダイナミクス計測技術の開発
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠藤恭, 森修, 島田寛, 藪上信, 佐藤茂行, 内海良一
2. 発表標題 Fe-Si薄膜におけるダンピング定数と磁歪の評価
3. 学会等名 日本金属学会2020年春期講演大会（第166回講演大会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白土優, 豊木研太郎, 山田晋也, Nguyen Thi Van Anh, 浜屋宏平, 遠藤恭
2. 発表標題 エピタキシャルFe ₃ Si(111)薄膜の軟磁性
3. 学会等名 日本金属学会2020年春期講演大会（第166回講演大会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠藤恭, 川辺泰之, 宮崎孝道
2. 発表標題 Fe-Ga薄膜における構造と磁気特性のGa組成による効果
3. 学会等名 日本金属学会2020年春期講演大会（第166回講演大会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 磁歪計測装置、磁歪計測方法	発明者 内海良一、島田寛、 藪上信、遠藤恭	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、JP6289552B2	取得年 2018年	国内・外国の別 国内

〔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 分担者	宮崎 孝道 (MIYAZAKI Takamichi) (20422090)	東北大学・工学研究科・技術専門職員 (11301)	
研究 分担者	室賀 翔 (MUROGA Sho) (60633378)	秋田大学・理工学研究科・特任講師 (11401)	