

## 高周波磁気現象の工学的応用に関する研究

高周波磁気応用研究チーム（課題番号：127005）

研究期間：平成 24 年 7 月 26 日～平成 27 年 3 月 31 日

研究代表者：末次 正 研究員：眞砂卓史、三島健司

### 1. 研究成果

#### （背景と目的）

本研究プロジェクトは以下のような研究背景と目的によって進められたものである。まず、高周波動作において電力効率が高いソフトスイッチング電源とスピントロニクス磁性材料を用いて無線電力伝送技術の高効率化等の高周波磁気現象の工学的応用を広げること目的とした研究を行う。ソフトスイッチング電源は高周波電力の発生時において高効率で電力増幅を行うため高周波電力発生および整流時の電力損失を低減できることが期待される。また、動作周波数の高周波化により機器の小型化が可能となることが期待される。次に本研究では、複合ナノ材料の開発に実績のある超臨界二酸化炭素を用いたスピントロニクス磁性複合ナノ材料の適用性について実験的に検討する。また、スピントロニクスにおける純スピン流は、実電流が必要ないため、抵抗によるエネルギー損失がなく超低省電力情報伝達手段として期待されている。近年、高周波励起によるスピン流の発生やスピン流

を用いた高周波発振の研究が急速に広がりつつあり、その応用について様々な試みが始まっている。一方、狭バンドギャップ半導体は、有効質量が小さいため高周波素子に適した高速動作素子材料として期待されているとともに、スピン軌道相互作用が大きいことから、半導体内におけるスピンの回転制御に最も適した物質群である。高周波によるスピン流発生技術と狭バンドギャップ半導体を組み合わせることにより、半導体中でスピン制御を行う研究を進め、新規スピントロニクスデバイスの可能性を開拓する。

以上の目的の元、以下のような研究成果が得られた。

研究代表：末次 正

（初年度）

高周波スイッチング増幅器による電力効率の良い高周波電力発生と、高周波磁気応用としての無線電力伝送方式について研究を行い、電力増幅器の効率改善においては、出力レベルおよび負荷の変動に対して高効率に

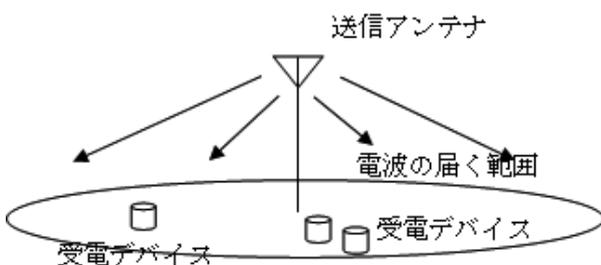


図1：従来の無線電力伝送方式。電波の届く範囲内にある受電デバイスは区別なく受電できてしまうという問題があった。

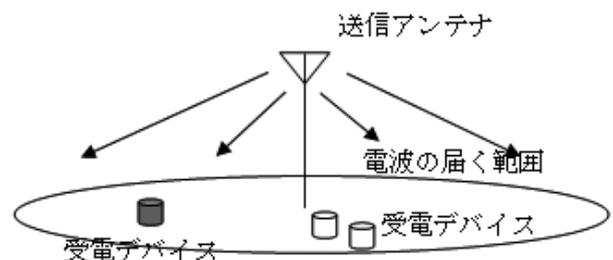
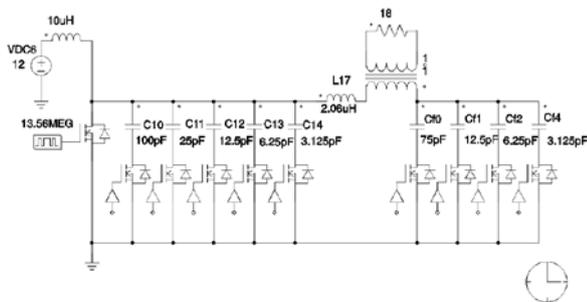


図2：申請する無線電力伝送方式。電波の届く範囲内にある受電デバイスのうち特定のデバイスにだけ選択的に電力を送信できる。

追従する増幅器の回路構成と制御法についてEER法とEPWM法を改良したEER-EPWM法、pEPWM法などを提案した。次に無線電力伝送方式については、従来電波または磁界の届く範囲にある受電デバイスは全て電力を受け取っていたのに対し、特定の受電デバイスだけが電力を受け取る選択的無線電力伝送という技術を可能にするためにヘテロダイン検波に基づく方式を新たに考案し特許を申請した。次に高周波磁気デバイスを用いた無線電力伝送では磁気トランスのカップリングが自在に変化するため、増幅器側では出力インピーダンスが頻繁に変化し、それに対する対応が必要である。そこでE級増幅器の負荷抵抗が変化した場合にディスクリットスイッチによって最適動作を維持する制御法を考案し論文発表を行った。この方式は更に負荷インピーダンスの変動に対応する形に拡張され、考えられる全ての負荷変動に対して対応可能なものとなった。



任意の負荷インピーダンスの変動に対してディスクリットスイッチにより最適動作を維持することができるE級増幅器の回路構成

これらの技術は研究員が開発した高周波磁気デバイスを用いることによって高効率な電力伝送が可能になり、その結果精度の高い電力伝送が可能になるものであるため、本研究プロジェクトによって得られた重要な成果といえよう。

研究員：三島健司

(初年度)

初年度では、複合ナノ材料の開発に実績のある超臨界二酸化炭素を用いて、スピントロニクス磁性複合ナノ材料の開発を試みた。この場合は、有機・無機複合材料のナノ粒子化が素材製造のキー技術となるため、初年度は、鉄キレート材の超臨界二酸化炭素に対する溶解度測定を流通型の実験装置にて行った。得られたデータに対して、物理化学の理論を適用して、溶解度推算するモデルを開発した。熱力学的モデルとしては、正則溶液モデルに基づく溶液モデルを提案し、精度のよい相関を可能とした。また、これらの特性を考慮して、超臨界二酸化炭素の急速膨張を応用して、他の複合材料の開発を行った。さらに、開発した溶液モデルの適用性を検討するために、生

理活性物質の溶解度測定ならびに相関を行った。また、微細構造が材料の分光学的特性及ぼす効果について、偏光解析ならびに分子振動解析を行った。微細素子において高周波励起によるスピン流やスピン波の発生法を確立するため、磁性体としてパーマロイを用いて、強磁性共鳴やスピン波を発生させたときに現れる各種静磁モードなど基礎特性を実験的に検討した。次に強磁性体中を伝わるスピン流(スピン波)について、伝搬方向や伝搬距離についての特性を検討した。さらに、非磁性体を伝わるスピン流について、高周波を用いたスピンプンピング法によりパーマロイから常磁性金属との接点を通じてスピンを注入し、スピンの注入効率やスピンの伝搬などスピン物性について調べた。研究においては回路を試作し特性を測定した。また、国内外の学会において研究発表を行い、研究者と意見交換し最新の情報を収集した。

## 2年度目以降

2年度以降では、複合ナノ材料の開発に実績のある超臨界二酸化炭素を用いて、スピントロニクス磁性複合ナノ材料を開発するために、前年度検討した有機・無機複合材料のナノ粒子化を超臨界二酸化炭素中にて生成し、これを用いたデバイスを検討した。モデル物質として無機材料に炭酸カルシウムナノ粒子を用い、アクリル系有機高分子でコーティングし、微小複合材料を調整した。このデバイスの電気特性を実験に評価した。狭ギャップ半導体の組成やドーピング量、量子井戸構造などの検討から、これまで研究されていなかった温度領域も含めて、系統的にキャリア密度や移動度、膜厚方向の特性分布、格子整合と電子輸送の相関性などの電子輸送現象やスピン軌道相互作用を調べることにより、狭ギャップ半導体ナノ薄膜の学術的に重要な面を検討した。スピン制御に適した試料のさらに1年目に確立したスピン注入法を用いて、狭ギャップ半導体へのスピン注入を試み、スピン軌道相互作用やスピンの回転制御を検討した。研究においては回路を試作し特性を測定する。また、国内外の学会において研究発表を行い、研究者と意見交換し最新の情報を収集した。

研究員：眞砂卓史

## スピン波特性の解明

近年、スピントロニクスの高周波応用の機運の高まりに伴い、スピン波の応用が注目されるようになってきた。本報告では、スピン波に関して得られた結果を報告する。

### (1) スピン波のアンテナ形状依存性

スピン波は、強磁性膜の上に励起・検出用のアンテナを作製し、静磁場の印加可能な高周波プローブなどを

用いてアンテナにコンタクトをとり、磁場中で電氣的に測定する。アンテナ形状は、コプレーナ・ウエーブガイド(CPW)形状であり、S、Gのアンテナ先端はショートさせる場合と終端(接地)させる場合などが考えられるため、スペクトル形状と励起効率について検討を行った。この結果、G側を完全に接地させてもS側の誘導を受けるためスペクトル波形は特に変わらず、強度的にはショートの方が有利であることがわかった。スピン波はアンテナ直下が腹になるように励振され、S-G間で定在波ができる形となるため、励起される波長はアンテナ間隔で決まり、S-Gアンテナ間にいくつかの定在波のモードが励起されるため、励起スペクトルはピークが重なり合い、ショルダーをもつような形状になる。一方、Gを強磁性膜の外側に回して、Sのみの1本アンテナ励起のようにすると、スペクトルはブロードに広がることわかった。

(2) スピン波の非相反性

非相反性(nonreciprocity)とは、方向によって伝搬特性が異なる性質のことを指す。スピン波(静磁表面波)では、波の進む方向によって伝搬強度が異なる。非相反性は、進行方向が逆転した時の伝搬強度の差が大きければ、アイソレータへの応用にもつながる。逆に、進行方向の異なるスピン波の干渉実験など、2つの波の強度をそろえる必要がある際に問題となる。本実験ではPy薄膜におけるスピン波の周波数依存性について詳細に調べた。

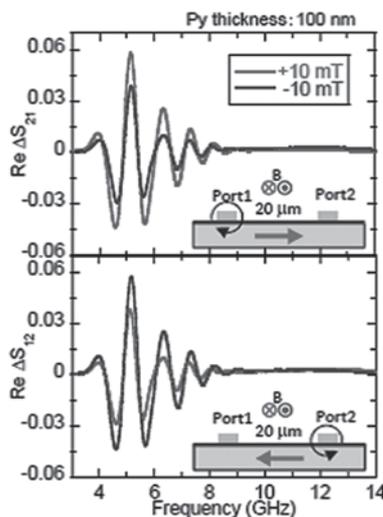


図1 スピン波の非相反性

図1の上図は、挿入図のように左から右側にスピン波を伝搬させる際、磁場の向きを反転させた結果である。スペクトル形状はほとんど変わらず、強度のみが変化していることが分かる。一方、下図はスピン波の伝搬方向を逆にして同様に実験した結果である。磁場の向きに対する強度の応答がちょうど逆になっている。このように、伝搬方向を逆転させるとスピン波の伝搬強度が変化する

が、これは磁場を反転させることと同義となるため、実験では磁場の反転によって非相反性を評価した。Py膜厚の異なる試料について、測定したところ、非相反率は基本的には膜厚によらず、主に周波数に依存していることが分かった。

(3) スピン波の減衰

これまで減衰係数  $a$  の測定の多くは、強磁性共鳴の線幅の解析から求められてきた。スピン波の減衰からも原理的に  $a$  を求めることができるはずであり、スピン波デバイスをを用いて素子内の  $a$  を見積ることができればデバイス開発に有用である。このため、減衰項を含んだ Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式から減衰長に関する式を導出し、減衰係数  $a$  をスピン波の減衰長から実験的に求められることを示した。図2は各磁場における信号強度の励起・検出アンテナ距離依存性である。信号強度は距離に関して指数関数的に減少する。この傾きからスピン波の減衰長を求め、この結果から  $a=0.0063$  と見積もられた。これはPyの  $a$  としては妥当な値が得られていることが分かり、スピン波における  $a$  の求め方を確立した。

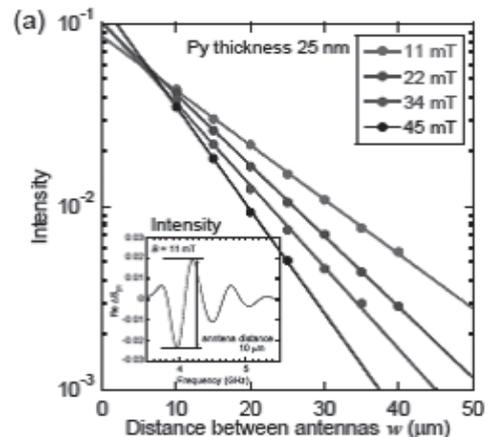


図2 スピン波の減衰特性

(4) スピン波の磁場角度依存性

これまでの実験では、金属系(主にPy)では磁化方向とスピン波伝搬方向が直交している配置にかなり偏っていた。スピン波伝搬には磁化方向とスピン波伝搬方向が平行になるモードも存在するが、ほとんど報告されていない。スピン波デバイスの設計の自由度を広げるためにも、直交配置以外の配置における伝搬特性を押さえておくことは重要である。

図3の角度依存性をまとめた。直交配置が  $\theta = 0^\circ$ 、平行配置が  $\theta = 90^\circ$  に相当する。このようにスピン波共鳴周波数は、角度の増加に伴い低周波側にシフトしていく。また信号強度も小さくなっていく。 $\theta = 90^\circ$  のところでもスペクトルは観測されており、平行配置においてもスピン波の検出に成功した。

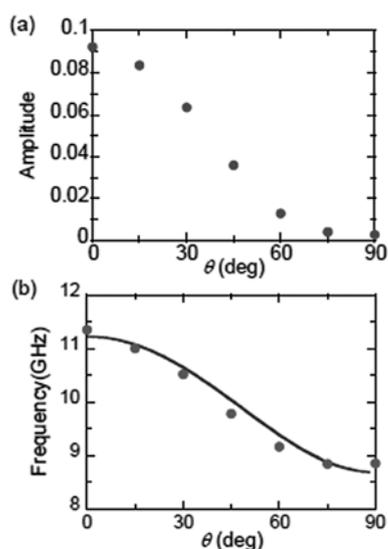


図3 スピン波の角度依存性

## 2. 研究業績

研究代表：末次 正

(著書)

- 1) 末次 正, “RF電力増幅器の基礎と設計法” 科学技術出版, (2015.7)

(監訳)

- 1) Steve C.Cripps (著)、末次 正 / 太郎丸 真(監訳)、草野忠二郎(訳), “ワイヤレス通信用RF電力増幅器の設計: 高効率とリニアリティを両立するGHz帯増幅技術 (RFデザインシリーズ)”, C Q出版, (2012. 11. 22)

(論文査読あり)

- 1) Tadashi Suetsugu, Naoki Oyama, Shotaro Kuga, Makoto Taromaru, and Xiuqin Wei, “pEPWM Architectures for Fast Transient Response of Class E Amplifiers in EER System,” International Conference on renewable Energy Research and Applications (ICRERA2014), pp.354 – 358, (2014. 10. 22)
- 2) Tadashi Suetsugu, Naoki Oyama, Shotaro Kuga, Makoto Taromaru, and Xiuqin Wei, “Comparison of EPWM Architectures for Class E Amplifiers in EER System,” 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, (PEMC2013), pp. 331 – 336, (2014. 10)
- 3) Hiroo Sekiya, Kazuhide Inoue, Tomoharu Nagashima, Tadashi Suetsugu, Shotaro Kuga

and Xiuqin Wei, “A Loosely Coupled Inductive Wireless Power Transfer Systems with Class-E Transmitter and Multiple Receivers,” 2014 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE2014), pp. 675 – 680, (2014. 9)

- 4) Tadashi Suetsugu, Xiuqin Wei, Marian K. Kazimierczuk, “Analysis of Dynamic and Transient Response of Frequency Modulated Class E Amplifier,” IEICE Transactions on Communications, Vol.E97-B, No.08, pp. 1630-1637, (2014. 8)
- 5) Tadashi Suetsugu, Xiuqin Wei, Shotaro Kuga, “Extended Discrete Control of Class E Amplifier in Order to Achieve Nominal Operation,” International Power Electronics Conference ECCE-ASIA (IPEC2014), pp. 3955 – 3958, (2014. 5)
- 6) Xiuqin Wei, Tomoharu Nagashima, Marian K. Kazimierczuk, Hiroo Sekiya, and Tadashi Suetsugu, “Analysis and design of class-EM power amplifier,” IEEE Trans. Circuits Syst. I, vol. 61, no. 4, pp. 976 – 986, (2014. 4)
- 7) Tomoharu Nagashima, Xiuqin Wei, Tadashi Suetsugu, Marian K. Kazimierczuk, and Hiroo Sekiya, “Waveform equations, output power, and power conversion efficiency for class-E inverter outside nominal operation,” IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 61, no. 4, pp. 1799 – 1810, (2014. 4)
- 8) Tadashi Suetsugu, Xiuqin Wei, Marian K. Kazimierczuk, “Analysis of Power Loss of Class E Amplifier with Nonlinear Shunt Capacitance,” IEEJ Journal of Industry Applications, Vol. 3 No. 1, pp. 68 – 74, (2014. 1. 1)
- 9) Zhicai Zhang, Tomoharu Nagashima, Xiuqin Wei, Tadashi Suetsugu, Hiroo Sekiya, and Naoki Ooyama, “Analysis of Class E\_M Amplifier With Considering Non-Zero Current Fall Time of Drain Current,” IEEE International Future Energy Electronics Conference 2013 (IFEEEC 2013), pp. 338 – 343, (2013. 11)
- 10) Akito Kiri, Mitsuru Sato, Shotaro Kuga, Xiuqin Wei, Tadashi Suetsugu, “Power Dissipation at MOSFET Gate Port of Class E Amplifier,” International Conference on renewable Energy Research and Applications (ICRERA2013), PP.326 – 329, (2013. 10)
- 11) Tadashi Suetsugu, Xiuqin Wei, “Clamping of Switch Peak Voltage with Diode and Transformer at Output of Class E Amplifier,” International Journal of Renewable Energy Research-IJRER,

Vol. 3, No.2, pp. 359 – 363, (2013. 10)

- 12) Tadashi Suetsugu, Xiuqin Wei, Marian Kazimierczuk, “Design Equations for Off-Nominal Operation of Class E Amplifier with Nonlinear Shunt Capacitance at  $D=0.5$ ,” IEICE Transactions on Communications, E96-B, No.99, pp. 2198-2205, (2013. 9)
- 13) Xiuqin Wei, Tomoharu Nagashima, Hiroo Sekiya, Tadashi Suetsugu, “Effect of MOSFET Parasitic Capacitances on EER Transmitter with Class-E Amplifier,” IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 913-916, (2013. 5)
- 14) Ishikawa, Y. Yamamoto, R. ; Uchiyama, H. ; Wei, X. ; Sekiya, H. ; Suetsugu, T., “Consideration of Interference Between Parallel Connected Class D Amplifiers Operated at Different Switching Frequencies,” International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG2013), (2013. 5)
- 15) Youhei Noguchi, Xiuqin Wei, Tomoharu Nagashima, Hiroo Sekiya, and Tadashi Suetsugu, “Negative-Bias Driving Voltage for Class-E GaN HEMT Oscillator Using a Diode,” RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2013), (2013. 3. 7)
- 16) Tadashi Suetsugu, Xiuqin Wei, “Clamping of Switch Peak Voltage with Diode and Transformer at Output of Class E Amplifier,” International Conference on renewable Energy Research and Applications (ICRERA2012), (2012. 11. 13)
- 17) V. G. Moshnyaga, K., Hashimoto, and T. Suetsugu, “A Camera-Driven Power Management of Computer Display,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 22, No. 11, pp. 1542 – 1554, (2012. 11)
- 18) Tadashi Suetsugu, Hiroo Sekiya, and Xiuqin Wei, “Influence of Nonlinear Shunt Capacitance in Harmonic Distortion in Output Envelope of Drain Voltage Modulated Class E Amplifier,” Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2012), pp. 614 – 617, (2012. 10)

**(講演セミナー)**

- 1) 黒川不二雄, 末次 正, 関屋大雄, “高周波スイッチング電源技術の基礎と最新動向,” IEEE PELS Fukuoka Chapter 技術セミナー”, (2015. 5. 21)
- 2) 黒川不二雄, 末次 正, 柴田裕一郎, 丸田英徳, “高周波スイッチングパワーコンバータを実現する回路

方式および高速デジタル制御の研究動向”, IEEE PELS Fukuoka Chapter 技術セミナー (2014. 2. 28)

**(特許)**

- 1) 末次 正, “無線電力伝送システム”, 特願2012-223036, (2012. 10. 5)

**研究員：三島健司**

**(著書)**

- 1) 志村英夫、三島健司 “QlikViewを使った医療情報の見える化 電子カルテ情報の見える化を自分でやってみよう”, 大道学館出版部, 平成24年7月
- 2) 今井浩三、三島健司, “D D S 製剤の開発・評価と実用化手法” 技術情報協会, 平成25年3月

**論文**

- 3) 松尾勝一、井上俊孝、富田昌良、中川朋子、三島健司、志村英生、“インメモリ型ビジネスインテリジェンス(BI)データ解析ソフトを利用した手術システムの解析－手術室の利用状況の「可視化」－”, 日本医療マネジメント学会雑誌, Vol.13, No.2, 75-80, 平成24年9月
- 4) Higuchi S, Irie K, Yamaguchi R, Katsuki M, Araki M, Ohji M, Hayakawa K, Mishima S, Akitake Y, Matsuyama K, Mishima K, Mishima K, Iwasaki K, Fujiwara M, “Hypothalamic 2-arachidonoylglycerol regulates multistage process of high-fat diet preferences,” PLoS One, 7(6)e38609, 平成24年6月
- 5) Kenji Mishima, Ryo Kawakami, Haruo Yokota, Takunori Harada, Takafumi Kato, Keiichi Irie, Kenichi Mishima, Michihiro Fujiwara, Kiyoshi Matsuyama, Salim Mustofa and Agus Salim, “Extraction of Xanthones from the Pericarps of *Garcinia mangostana* Linn. with Supercritical Carbon Dioxide and Ethanol,” Solvent Extr. Res. Dev., Jpn., 20, 79 -89, 平成25年6月
- 6) T. Harada, T. Nakano, H. Moriyama, N. Tajima, H. Yokota, R. Kawakami, K. Mishima, “A new method for separating configurational and constitutional chiralities using diffuse reflectance circular dichroism,” Appl. Spectrosc., 67 (10), pp.1210-1213, 平成25年6月
- 7) T. Amako, N. Suzuki, T. Harada, K. Mishima, M. Fujiki, Y. Imai, “Solid-State Circularly Polarised Luminescence and Circular Dichroism of Viscous Binaphthyl Compounds,” RSC Adv. 2013. 3, pp. 23508-23513, 平成25年10月

- 8) Kenji Mishima, Ryo Kawakami, Haruo Yokota, Takunori Harada, Takafumi Kato, Hirofumi Kawamura, Kiyoshi Matsuyama, Salim Mustofa, Fauziyah Hasanah Yusraini Dian Inayati Siregar, Lily Surayya Eka Putri and Agus Salim, "Extraction of Luteolin and Apigenin from Leaves of *Perilla Frutescens* (L.) Britt. with Liquid Carbon Dioxide," *Solvent Extr. Res. Dev., Jpn.* 21 (1), pp.55-63, 平成26年1月.
- 9) Takunori Harada, Naoki Kajiyama, Kei Ishizaka, Reona Toyofuku, Katsuki Izumi, Kazuo Umemura, Yoshitane IMAI, Naoya Taniguchi and Kenji Mishima, "Plasmon Resonance-Enhanced Circularly Polarized Luminescence of Self-Assembled Mesotetrakis (4-sulfonatophenyl)porphyrin-Surfactant Complexes in Interaction with Ag Nanoparticles," *J. Chem. Comm.* 2014. 50, pp. 11169-11172, 平成26年10月
- 10) Takunori Harada, Hiroshi Moriyama, Hiromi Takahashi, Kazuo Uemura, Haruo Yokota, Ryo Kawakami and Kenji Mishima, "Spectroscopic Characterization of Supramolecular Chiral Porphyrin Homoassociates at the Air-Water Interface," *Appl. Spectrosc.* 68(11), 平成26年10月

**(特許)**

- 44) 「2-アラキドノイルグリセロールの定量方法」(特開2012-088146)  
共同, 平成24年5月10日  
出願人: 学校法人福岡大学  
発明者: 入江圭一、藤原道弘、三島健一、樋口 聖、三島健司、早川和秀、佐野和憲、秋武義治、荒木舞子、大治万喜子
- 45) 「コーティング絹微粒子およびその製造方法」(特願2011-507152)  
単独, 平成24年10月11日  
出願人: 学校法人福岡大学  
発明者: 三島健司
- 46) 「ヤマブシダケ抽出物およびその製造方法」(特許第5354532号)  
共同, 平成25年9月6日  
出願人: 学校法人福岡大学  
発明者: 三島健司、藤原道弘、三島健一、入江圭一
- 47) 「生体組織再生用移植材及びその製造方法」(特許第5429708号)  
単独, 平成25年12月13日  
出願人: 学校法人福岡大学  
発明者: 三島健司
- 42) 超界流体を用いた油脂コーティング複合化粒子の製法及び複合化粒子」(特許第5224619号)  
共同, 平成24年1月10日  
出願人: 学校法人福岡大学、ファンケル  
発明者: 三島健司、本城政稔
- 43) 「硫黄複合化活性炭およびその製造方法」(特開2012-041220)  
単独, 平成24年3月1日  
出願人: 学校法人福岡大学  
発明者: 三島健司

**研究員: 眞砂卓史****(論文査読あり)**

- 1) T. Manago, K. Yamanoi, S. Kasai, S. Mitani, "Damping Factor Estimation using Spin Waves Attenuation in Permalloy Film", *J. Appl. Phys.* 117, 17D121 (3 pages) (2015).
- 2) K. Yamanoi, S. Yakata, T. Kimura, T. Manago, "Spin Wave Excitation and Propagation Properties in a Permalloy film", *Jpn. J. Appl. Phys.* 52, 083001 (5 pages) (2013).
- 3) T. Manago, K. Yamanoi, S. Yakata, T. Kimura, "Size Dependence of Ferromagnetic Resonance in a Submicron Patterned Magnet", *Jpn. J. Appl. Phys.* 52, 053001 (4 pages) (2013).
- 4) K. Yamanoi, S. Yakata, T. Kimura, T. Manago, "Ferromagnetic Resonance of a Single Micron Dot using Vector Network Analyzer", *J. Korea Phys. Soc.* 63, 800-803 (2013).
- 5) T. Manago, H. Asada, H. Kuramochi, "Micromagnetic Simulation of CNT-MFM Probes under Magnetic Field", *J. Korea Phys. Soc.* 62, 1883-1886 (2013).

**(解説)**

- 1) 眞砂卓史、石田修一、外賀寛崇、柴崎一郎, "狭ギャップ半導体InSb系量子井戸の最近の進展", 「真空」, 57, 259 (2014).

**(国内学会発表)**

- 1) 太田雅己、葛西伸哉、三谷誠司、眞砂卓史, "静磁表面波の減衰長の磁性層厚依存性", 第62回応用物理学会春季学術講演会、東海大学(神奈川)、2015/3/11 (11-14)
- 2) 中山真伎、田島摩百合、葛西伸哉、三谷誠司、眞砂卓史, "Py薄膜における励起スピン波の磁化方向依存性", 第62回応用物理学会春季学術講演会、東海大学(神奈川)、2015/3/11 (11-14)

- 3) 太田雅己、葛西伸哉、三谷誠司、眞砂卓史, “静磁表面波の群速度の磁性層厚依存性”, 秋季第75回応用物理学関係連合講演会、北海道大学(北海道)、2014/9/16 (16-20)
- 4) 中山真伎、葛西伸哉、三谷誠司、眞砂卓史, “静磁表面スピン波の非相反性の磁性層厚依存性”, 秋季第75回応用物理学関係連合講演会、北海道大学(北海道)、2014/9/16 (16-20)
- 5) 山野井一人、山本 明、葛西伸哉、三谷誠司、眞砂卓史, “ネットワークアナライザによる静磁表面スピン波の非相反性の測定”, 第61回応用物理学会春季学術講演会、青山学院大学(相模原)、2014/3/17 (17-20)
- 6) 眞砂卓史、石田修一、外賀寛崇、柴崎一郎, “InSbおよびInAsSb量子井戸のバンドダイアグラムの検討”, 秋季 第74回応用物理学関係連合講演会、同志社大学(京都)、2013/9/19 (16-20)
- 7) 山野井一人、葛西伸哉、三谷誠司、眞砂卓史, “時間領域と周波数領域におけるスピン波の比較”, 秋季第74回応用物理学関係連合講演会、同志社大学(京都)、2013/9/20 (16-20)
- 8) 柴崎一郎、石田修一、外賀寛崇、眞砂卓史, “超高感度磁気センサーのためのInSb量子井戸の研究”, 電気学会フィジカルセンサ研究会、東京工科大学(東京)、2013/8/8 (8-9)
- 9) 眞砂卓史、石田修一、外賀寛崇、柴崎一郎 (特別講演), “InSb量子井戸における電気伝導性のAs置換効果”, 九州表面・真空研究会(2013)、福岡大学(福岡)、2013/6/15
- 10) 山野井一人、家形 諭、木村 崇、眞砂卓史, “Py中のスピン波伝搬における減衰長の磁場依存性”, 九州表面・真空研究会(2013)、福岡大学(福岡)、2013/6/15
- 11) 山野井一人、家形 諭、木村 崇、眞砂卓史, “Py中におけるスピン波伝搬の距離依存性”, 日本物理学会第68回年次大会、広島大学(東広島)、2013/3/26 (26-29)
- 12) 眞砂卓史、山野井一人、家形 諭、木村 崇, “孤立ナノ磁性体の強磁性共鳴”, 半導体スピン工学の基礎と応用(PASPS-17)、九州大学(福岡)、2012/12/19 (19-20)
- 13) 山野井一人、家形 諭、木村 崇、眞砂卓史, “Py細線中を伝搬するスピン波の検出”, 半導体スピン工学の基礎と応用(PASPS-17)、九州大学(福岡)、2012/12/19 (19-20)
- 14) 眞砂卓史、山野井一人、家形 諭、木村 崇, “ナノ磁性体を用いた強磁性共鳴周波数の制御”, 秋季 第73回応用物理学関係連合講演会、愛媛大学・松山大学(松山)、2012/9/11 (11-14)

- 15) 山野井一人、家形 諭、木村 崇、眞砂卓史, “ネットワークアナライザを用いたスピン波検出”, 秋季第73回応用物理学関係連合講演会、愛媛大学・松山大学(松山)、2012/9/11 (11-14)

(国際会議発表)

- T. Manago (Invited), “Characterization of spin waves propagating in Permalloy film” International Workshop” Nano-Spin Sciences, Saga, Yobuko, 2015/2/18 (18 ~ 19)
- 2) T. Manago, K. Yamanoi, S. Kasai, S. Mitani, “Damping Factor Estimation using Spin Waves Attenuation in Permalloy Film”, 59th Annual Magnetism & Magnetic Materials Conference (MMM), Honolulu, Hawaii, 2014/11/7 (3 ~ 7)
- 3) I. Shibasaki, S. Ishida, H. Geka, T. Manago, “Low temperature transport property of the InSb and InAsSb quantum wells with AlInSb Barrier layers grown by MBE”, The 18th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE 2014), Arizona, USA, 2014/9/9 (7 ~ 12)
- 4) T. Manago, S. Ishida, H. Geka, I. Shibasaki, “Mobility Improvement at Low Temperature by Intentionally Doping in InSb/AlInSb Quantum Wells”, International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices (ICSNN 2014), Savannah, USA, 2013/8/14 (3 ~ 8)
- 5) M. Ota, K. Yamanoi, S. Kasai, S. Miatani, T. Manago, “Long Range Propagation of Spin-wave in Thick Permalloy Films”, The 15th IUMRS International Conference in Asia (IUMRS-ICA 2014), Fukuoka, Japan 2014/8/26 (24 ~ 30)
- 6) M. Nakayama, A. Yamamoto, K. Yamanoi, S. Kasai, S. Miatani, T. Manago, “Non-reciprocity of Spin-wave in Permalloy Films Measured by Vector Network Analyzer”, The 15th IUMRS International Conference in Asia (IUMRS-ICA 2014), Fukuoka, Japan 2014/8/26 (24 ~ 30)
- 7) T. Manago, S. Ishida, H. Geka, I. Shibasaki, “Comparative Study of Transport Properties in AlInSb/InSb and AlInSb/InAsSb Quantum Wells”, The 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE17), Warsaw, Poland, 2013/8/14 (11 ~ 16)
- 8) K. Yamanoi, S. Yakata, K. Kimura, T. Manago, “Ferromagnetic Resonance of a Single Micron Dot using Vector Network Analyzer”, The 19th International Conference on Magnetism (ICM 2012), Busan, Korea 2012/7/12 (8 ~ 13)