

電気電子工学 2006 年度年次報告書

(その2 : 活動状況と研究実績)

2007 年 5 月

首都大学東京大学院理工学研究科

電気電子工学専攻

各研究分野活動状況 平成 18 年度 (2006 年度)

各研究分野の活動状況を報告する。記載されている項目は、次の通りである。

1. 研究活動の概要

2. 研究業績

- 1) 論文 (国内外の専門学術雑誌記載のオリジナルな研究論文)
- 2) 国際会議報告集(国際会議、国際ワークショップ等のプロシーディングス)
- 3) 研究会，大会，委員会
- 4) 雑誌，単行本等の執筆
- 5) 科学研究費報告書等

電子回路・システム分野

1. 研究活動の概要

1) 粘性定数を考慮した VHF 帯方形 AT 板における 3 次元結合振動の解析

関本 仁

VHF 帯方形 AT 板における 3 次元結合振動の解析に Lamb らの粘性定数を導入した。具体的な対象として、部分電極が付された 40 MHz 帯方形水晶 AT 板の 3D 振動を解析した。解析には水晶の粘性損失を含めた。スプリアス振動が結合した厚みすべり振動に対し主共振近傍のアドミタンス軌跡を計算し、結合による主共振の抵抗変化を明らかにした。水晶の粘性損失のみを含む共振抵抗値は、下限値に相当するから、振動子の設計上有用である。。

2) 超分散型エネルギーシステムの基本構想と自律分散制御

安田恵一郎

本研究では、分散型電源が導入量・導入台数ともに電力システム内で支配的な立場を占めるような状況、すなわち超分散環境を想定し、このような環境におけるエネルギーシステムの振る舞いに関する基礎的な検討を行った。具体的には、システム工学的観点から見た超分散型エネルギーシステムの特徴と本論文の意義を明らかにし、既存の集中型電源をも含む超分散型エネルギーシステムの基本構想を示した上で、イジングモデルに基づいて分散型電源を導入した需要家のモデルを構築し、需要家間に相互作用が存在するケースにおける自律分散制御の可能性を相互結合型ニューラルネットワークの安定性に基づいて検討した。

3) Proximate Optimality Principle に基づく多点探索型 Tabu Search

安田恵一郎

多くの組合せ最適化問題において、POP (Proximate Optimality Principle) 成立することが経験的に知られている。本研究では POP に基づく多様化メカニズムの導入により、多様化・集中化のバランスを実現した多点探索型 Tabu Search を提案し、典型的な巡回セールスマン問題を用いた数値実験により、探索能力向上を検証した。本手法は、タブサーチの高速かつ強力な探索性能を保持しつつ、近傍移動の際の多目的評価による多様化のメカニズム導入により、大規模な問題に対しても高い探索性能を持つような改良が加えられたものであると言える。

4) 適応型 Particle Swarm Optimization

安田恵一郎

実システムの最適化においては、予め問題構造を知ることは困難であることから、探索過程で得られる何からの情報を適切に活用した適応型探索の実現は重要な課題である。本研究では、多点探索の一手法である Particle Swarm Optimization に基づき、パラメータと探索軌道のダ

イナミクスの関係解析した上で、アルゴリズムの適応化を実現した。具体的にはその可調整性に基づいてそれぞれの探索点が問題構造に適した値へと、自律的にパラメータを変更しながら探索する適応型のアルゴリズムを構築し、提案する適応型アルゴリズムの有効性を数値実験を通して検証した。

5) デバイス間欠励振を利用した圧電デバイス振動変位絶対測定

渡部泰明

圧電振動デバイスは、多くの電子機器に使用されている。その設計には通常 FEM (有限要素法) が用いられ、設計検証には試作された振動子のモード計測が最も有力な手段となっている。そのためこれまで種々の振動モード測定法が提案されている。我々はラフに表面処理された水晶振動子表面上にレーザを照射し、そのスペックルパターンを画像処理することにより、圧電振動子の振動モードを計測する方法を提案している。さらに、この方法を改良し、表面での散乱が極めて少ない鏡面仕上げされデバイスに適用する方法、同期レーザを利用した測定感度向上法を報告している。また、干渉に関する基本的関係を利用した振動変位の絶対測定に関しても報告し、推定値と真値との比較も実施した。

今年度は、デバイス駆動時と非駆動時のレーザスペックル画像の輝度差から、その振動変位分布と面内変位の絶対値を測定する方法(バースト法)についてを研究を行った。この方法の特長は、測定帯域が被測定デバイスの帯域をカバーする周波数源のみに依存し、光学系を含む測定システムが極めてシンプルに構成できる点にある。今年度は、面内振動変位絶対測定の検証システムについて調査し、さらにバースト法を導入した場合の干渉モデルの近似法およびデータ処理法について研究した。さらに実際の振動子測定に提案法を適用し、その有効性を明らかにした。

6) 温度補償 SC カット水晶発振回路

渡部泰明, 五箇繁善

高 Q の SC カット水晶振動子を使用した発振回路は位相雑音特性に優れており、移動無線基地局を始め、近代通信網の要として広く使用されている。しかし常温付近において SC カット水晶振動子は温度感度が高いため、一般にオープン制御発振器 (Oven Controlled Crystal Oscillator: OCXO) や小型 PC を使用した温度補正を行う方法 (Micro Computer Controlled Crystal Oscillator: MCXO) として使用されている。これらの方法の欠点は、OCXO ではオープン温度維持のために高い電力が必要であり、一方 MCXO では離散的な制御による位相雑音特性劣化がある点にある。

そこで本研究では SC カット水晶振動子に比べ温度特性が 30 ~ 50 倍優れた AT カット水晶振動子を基準とし、その共振周波数に SC カット発振回路の周波数を追尾させることで温度補正を行う温度補償回路構成法を提案している。この方法により、アナログ回路方式により AT カット水晶振動子と同程度の温度特性を持つ SC カット発振回路が実現できることが示された。

7) 原子周波数標準周波数発生装置の小型化に関する研究

渡部泰明, 五箇繁善

CPT (Coherent Population Trapping) を利用したアルカリ原子の超微細構造の分光特性を標準周波数発生に利用する技術を研究している。すでに米国 NIST では実験に成功しているが、実用化には程遠い状況にある。そこで本研究では、励起用半導体レーザーの最適化、遷移周波数変調量の最適化などを行い、小型かつ安定度の高い実用機の開発を行っている。

8) CIP 法の数値電磁界解析への適用

鈴木敬久

新しい数値電磁界解析のテクニックとして CIP (Cubic-Interpolated Propagation) 法の適用を検討した。CIP 法は移流方程式を解く場合に流速の保存に関してよい性能を示し、明示的に吸収境界条件を記述する必要がない。本研究ではマクスウェル方程式を多次元 CIP スキームとして定式化した。その結果、電磁界 CIP スキームは電磁界解析でよく用いられる FDTD スキームよりも波形保存や吸収境界条件における計算コストの削減という点においてよい性能を示した。

9) 高周波電磁界の曝露評価のための物体内の 3 次元 SAR 分布推定法の開発

鈴木敬久

本研究では透明ゲルファントム内の SAR (比エネルギー吸収率) の 3 次元分布を推定する新しい手法を開発してきた。この手法は感温液晶マイクロカプセル (MTLC) を用いた 3 次元温度分布測定法を基にしている。この手法を実現するために、生体組織とその複素誘電率が等価なファントム (生体等価ファントム) の基材として、海藻から抽出される透明度の高い高分子のカラギーナンゲルを採用した。我々は 1.5GHz 帯においてこのカラギーナンゲルを生体の筋肉と等価な複素誘電率に調整することに成功し、この生体等価ファントムに感温液晶マイクロカプセルを均一に分散させ、1.5GHz の高周波電磁界による曝露実験を行った。その結果ファントム深部の 2 次元断面内の温度分布を時間発展画像として CCD カメラにより取得でき、HSL カラースキームを用いて温度分布の定量化を行った。スリット光により可視化された生体等価ファントムの 2 次元断面内の短時間の温度上昇から 2 次元 SAR 分布を推定した。このように本手法により非破壊、非侵襲でファントム内部の SAR 分布測定を可能にすることが出来た。さらにスリットライトを動かし、可視化される断面を掃引することにより、3 次元の SAR 分布の再構成も可能になると考えている。

10) 相対論的電子ビームと高分子絶縁材料の相互作用に関する研究

鈴木敬久

人工衛星などの絶縁体に使用されている高分子材料は宇宙空間において、プラズマや高エネルギー粒子線に曝されており、過酷な環境で使用されている。このような高エネルギー粒子線の高分子絶縁材料への作用機構に関しては十分に調べられておらず、これに関する手がかりを得ることは宇

宙空間における絶縁材料の信頼性評価に役立つと考えられる。本研究では、電子ビームの高分子材料中での振る舞いに関する手がかりをえるために、感温液晶マイクロカプセル法と PEA(Pulse electro-acoustic)法により、相対論的電子ビームの高分子材料中でのエネルギーダンピングと空間電荷の蓄積を測定した。その結果電子線によるエネルギー吸収分布は空間電荷の蓄積のピーク位置よりも表面の付近でピーク値を持つであろうことが定性的に確認できた。

1 1) PD 制御及びファジイ制御を用いた速度追従型 2 足歩行制御

相馬隆郎

ヒューマノイドロボットの 2 足歩行制御に関し、速度追従を行うための制御手法について研究を行った。具体的には次の 2 つのアプローチを試みた。ひとつは PD 制御を用いたもので、ロボットの進行方向とそれに直交する方向のそれぞれに対して、目標速度との誤差をフィードバックし、速度追従を行うための制御アルゴリズムを構築した。またもうひとつの手法として、ファジイ制御を用いたものを提案した。この手法ではファジイルールを用いることにより、人間が実際に歩行時に用いている制御則を直接ロボットの制御則として適用できるため、より自然な形で制御を行うことが可能となった。また、これら提案手法の有用性をシミュレーションにより確認した。

1 2) 光・マイクロ波・音波領域における散乱係数および材料定数測定法の研究

上條敏生

摂動共振器法による材料の複素誘電率測定法において、共振器の高さが低い場合に問題となる試料挿入孔の影響を除去する為に、挿入孔封鎖型共振器を提案している。V・UHF 帯からマイクロ波帯において開発した共振器を用いて、岩塩などの低損失材料の複素誘電率測定を行い、その有用性を明らかにした。この岩塩材料は、電波減衰長が長いことが明らかになり、高エネルギーニュートリノ検出器(SND)の材料として利用できることを示した。また、開放型ファブリーペロー型共振器による薄膜材料のミリ波帯誘電率測定の可能性を明らかにした。

1 3) 段差量の大きなバイメサ水晶振動子に関する研究

五箇繁善

大きな段差量を有するバイメサ振動子に関しての研究を行った。実験的にバイメサ振動子を作製し、モード間結合の指標として周波数温度特性を測定した。測定結果は解析結果と同様な傾向を示し、段差量の少ない極小値における結合量、および段差量の大きな範囲では良く一致することが示された。また、振動子支持部の影響を大きく低減できる一体型形状についても解析的に検討し、最適な形状を示した。

14) 超音波組織弾性測定

佐藤隆幸

生体組織の絶対弾性率測定に向けて、機械-音波複合法によって層状ファントムの絶対弾性率を測定する装置を開発した。測定原理は、組織変形を加えた際の変位と応力という機械的計数量と、超音波計測によって得られる試料内部の歪み分布によって、試料の各構成要素のヤング率を推定する。しかしながら、実際の組織は様々な様態を呈するため、任意組織について測定が可能であることが望まれる。本研究では、従来手法に加えて構造解析による弾性率補正を行い、任意様態組織の絶対弾性率分布を推定する手法について提案し、シミュレーション及びファントム実験によってその有効性を確認した。また解析の3次元化についても検討を加えた。

2 . 研究業績

【 論文 】

Hitoshi Sekimoto, Yoshihisa Onozaki, Shigeyoshi Goka and Yasuaki Watanabe, " Influence of Viscosity Loss on Coupled Vibrations of Ultrahigh Frequency AT-Cut Quartz Plates," Jpn. J. Appl. Phys , vol. 45, No. 5B, pp. 4638-4642, (2006-5).

D. Niizuma, K. Yasuda and A. Ishigame: "Multi-point Tabu Search for Traveling Salesman Problems," IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 1, No. 1, pp. 126-129 (2006-5)

N. Iwasaki, K. Yasuda, and G. Ueno: "Dynamic Parameter Tuning of Particle Swarm Optimization," IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 1, No. 4, pp. 353-363 (2006-11)

T. Ishii and K. Yasuda: "Hierarchical Decentralized Autonomous Control in Super-Distributed Energy Systems," IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 2, No. 1, pp. 63-71 (2007-1)

S. Kitayama and K. Yasuda: " A Method for Mixed Integer Programming Problems by Particle Swarm Optimization," Journals in Electronics, Computers & Systems Sciences, Electrical Engineering in Japan, Vol. 157, No. 2, pp. 4-49 (2006-8)

M. Higashitani, A. Ishigame, K. Yasuda: "Particle Swarm Optimization with Controlled Mutation," IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 2, No. 2, pp. 192-194 (2007-3)

安田恵一郎 , 石亀篤司 : 「非線形計画アルゴリズム 実用的観点から 」 , システム制御情報学会誌 , 50 巻 , 9 号 , pp. 344-349 (2006 年 9 月)

Yasuaki Watanabe, Teruyoshi Tsuda, Sunao Ishii, Shigeyoshi Goka and Hitoshi Sekimoto, "Method Based on Laser Speckle Interferometry for Measuring Absolute In-Plane Vibrational Distribution of Piezoelectric Resonators," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 45, No. 5B, 2006, pp. 4585-4587.

Yasuaki Watanabe, Toru Yamamoto(Titech), Shigeyoshi Goka and Hitoshi Sekimoto, "Optimum Laser-Incident Angle for Measuring In-Plane Mode Shapes in Piezoelectric Resonators with Polished-Multilayered Surfaces," Acoust. Sci. & Tech., Vol. 27, No. 3, pp. 180-182, 2006.

渡部泰明 , 五箇繁善 , 佐藤隆幸 , 関本 仁 , " レーザスペckル干渉を利用した圧電デバイス振動

変位分布の絶対測定 ” , 超音波テクノ , Vol. 18, No. 5, pp 96-99, (2006-9)

K. Wake, H. Hongo, S. Watanabe, M. Taki, Y. Kamimura, Y. Yamanaka, T. Uno, M. Kojima, I. Hata, K. Sasaki, "Development of a 2.45-GHz Local Exposure System for In Vivo Study on Ocular effects", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 55, no. 3, pp. 588-596, 2007.3

K. Wake, A. Mukoyama, S. Watanabe, Y. Yamanaka, T. Uno, M. Taki, "An Exposure System for Long-Term and Large-Scale Animal Bioassay of 1.5-GHz Digital Cellular Phones", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 55, no. 2, pp. 343-350, 2007.2

S. Koyama, Y. Takashima, T. Sakurai, Y. Suzuki, M. Taki and J. Miyakoshi, "Effects of 2.45 GHz Electromagnetic Fields with a Wide Range of SARs on Bacterial and HPRT Gene Mutations", J. Radiat. Res, 48(1), pp.69-75, 2007.2

T. Takebayashi, S. Akiba, Y. Kikuchi, M. Taki, K. Wake, S. Watanabe, N. Yamaguchi, "Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan", Occupational and Environmental Medicine, 63, pp.802-807, 2006.8

Y. Suzuki, M. Baba, M. Taki, K. Fukunaga and S. Watanabe, "Imaging the 3D Temperature Distributions Caused by Exposure of Dielectric Phantoms to High-Frequency Electromagnetic Fields", IEEE Trans. Dielec. Elec. Insu. 13(4), pp.744-750, 2006.8

A. Hirata, S. Watanabe, M. Kojima, I. Hata, K. Wake, M. Taki, K. Sasaki, O. Fujiwara, T. Shiozawa, "Computational Verification of Anesthesia Effect on Temperature Variations in Rabbit Eyes Exposed to 2.45GHz Microwave Energy", Bioelectromagnetics 27(8), pp.602-612, 2006.12

J. Wang, S. Koyama, Y. Komatsubara, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effects of a 2450 MHz high-frequency electromagnetic field with a wide range of SARs on the induction of heat-shock proteins in A172 cells", Bioelectromagnetics 27(6), pp.479-486, 2006.9

Y. Takashima, H. Hirose, S. Koyama, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effects of continuous and intermittent exposure to RF fields with a wide range of SARs on cell growth, survival, and cell cycle distribution", Bioelectromagnetics 27(5), pp.392-400, 2006.5

【 国際会議 】

K M. Higashitani, A. Ishigame and K. Yasuda: "Particle Swarm Optimization Considering the Concept of Predator-Prey Behavior," 2006 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.3094-3099 (July 2006)

T. Ishii and K. Yasuda: "Hierarchical Decentralized Autonomous Control in Super-Distributed Energy System," Proceedings of 2005 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, pp.746-751 (Oct. 2006)

A. Ishigame, M. Higashitani and K. Yasuda: "Neural Stabilizing Control Based on Co-evolutionary Predator-Prey Particle Swarm Optimization, " Proceedings of 2005 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, pp.4337-4342 (Oct. 2006)

Daichi Niizuma and Keiichiro Yasuda, and Atsushi Ishigame: "Multi-point Tabu Search based on Proximate Optimality Principle," Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, pp. 2297-2302 (Oct. 2006)

T. Yamaguchi, and K. Yasuda: "Adaptive Particle Swarm Optimization - Self-coordinating Mechanism with Updating Information -", Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, pp.2303-2308 (Oct. 2006)

Yasuaki WATANABE, Sunao ISHII, Makoto KATO, Shigeyoshi GOKA, Takayuki Sato and Hitoshi SEKIMOTO, "Absolute vibrational displacement measurements based on laser speckle method with burst resonator driving," Proc. of the 2006 IEEE International Frequency Control Symposium, at Miami, (2006-06).

Yasuaki WATANABE, Shigeyoshi GOKA, Takayuki Sato and Hitoshi SEKIMOTO, "Absolute Measurement of Surface Vibrational Distributions in Acoustic Wave Devices Using Laser Speckle Interferometer Technique," The 3rd International Symposium on Acoustic Wave Devices for Future Mobile Communication Systems (INVITED), at Chiba Univ., (2007-03).

S. Watanabe, K. Arai, T. Nagaoka, M. Taki, A. Hirata, J. Wang, O. Fujiwara, T. Uno, "SAR Characteristics of a Human Standing on Low-Loss Ground Plane Exposed to VHF Electromagnetic Plane Wave", Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS),2006-Tokyo, p.126, 2006.8

S. Tanaka, T. Uno, K. Wake, H. Kawai, S. Watanabe, H. Masuda and A. Ushiyama, M. Taki, "SAR

Calculation in Immature Rats Exposed by an 8-Shaped Loop Antenna in 1.5 GHz Band", Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS),2006-Tokyo, p.550,2006.8

K. Sasaki, Y. Suzuki, and M. Taki, "Application of CIP Method to Electromagnetic Field Analysis for Numerical Dosimetry of Electromagnetic Field Exposure", Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2006-Tokyo, 2006.8

Y. Suzuki, M. Baba, M. Taki, K. Fukunaga, and S. Watanabe, "SAR Measurement within the Phantom by Thermo-Chromic Liquid Crystal", Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2006-Tokyo, 2006.8

Y. Suzuki and M. Taki, "Analysis of Induced Electric Field within Eccentric Multi-Layered Sphere", Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2006-Tokyo, 2006.8

P. Pongpaibool, K. Wake, T. Nagaoka, S. Watanabe, M.Taki,"Numerical simulation of electromagnetic fields in a human body for electromagnetic hypersensitivity experiment", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.35, 2006.6

K. Wake, S. Watanabe, M. Taki,"Development of four typical SAR distribution in a human head in the proximity of a cellular phone for an exposure assessment for an epidemiological study", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.38, 2006.6

Y. Ugawa, Y. Mizuno, Y. Terao, M. Nishikawa, T. Okano, H. Yano, K. Shirasawa, T. Furubayashi, A. Ushiyama, H. Masuda, S. Soukejima, M. Taki, K.Wake, P. Pongpaibool, S. Watanabe, E. Maruyama, C. Ohkubo,"Studies on hypersensitivity to non-thermal radiofrequency electromagnetic field in Japan: Second report", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.76, 2006.6

S. Koyama, T. Sakurai, Y. Komatsubara, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi,"Effects of pulsed 2.45GHz electromagnetic fields on micronucleus formation and HPRT mutations in CHO-K1 cells", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.79, 2006.6

Y. Komatsubara, H. Hirose, T. Sakurai, S. Koyama, Y. Suzuki,M. Taki, J. Miyakoshi,"Effect of high-frequency electromagnetic fields with a wide range of SARs on chromosomal aberrations in murine M5S cells", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.87, 2006.6

M. Ikehata, Y. Suzuki, S. Yoshie, M. Taki, T. Koana, "Estimation of biological effects by exposure to

complex magnetic fields with static and 50Hz components," Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.92, 2006.6

H. Masuda, A. Ushiyama, M. Takahashi, S. Hirota, S. Tanaka, H. Kawai, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, C. Ohkubo, "No transient effects of RF-EMF exposure in the brain microcirculation in either juvenile or adult rats", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.104, 2006.6

H. Yamashita, K. Hata, H. Yamaguchi, G. Tsurita, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, S. Ueno, H. Nagawa,"Short-term exposure to 1439MHz TDMA signal does not modulate the estrogenic activity in female rats", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.165, 2006.6

S. Tanaka, K. Wake, H. Kawai, S. Watanabe, H. Masuda, A. Ushiyama, M. Taki, T.Uno,"SAR estimation in immature rat-heads exposed by an 8-shaped loop antenna", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.181, 2006.6

Y. Suzuki, M. Baba, M. Taki, A. Ushiyama, H. Masuda, K.Fukunaga, K. Wake, S. Watanabe,"Application of three dimensional visualization of the temperature distribution to assessment of localized exposure to microwaves for in vivo study", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.270, 2006.6

M. Kojima, Y. Suzuki, Y. Yamashiro, M. Hanazawa, A.Hirata, S. Watanabe, M. Taki, H. Sasaki, K. Sasaki,"Assessment of the thermal insult on aqueous humor convection utilizing", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.319, 2006.6

A. Ushiyama, H. Masuda, S. Hirota, M. Takahashi, H. Kawai, S. Tanaka, K. Wake, S. Watanabe, Y. Suzuki, M. Taki, C.Ohkubo,"Blood-cerebrospinal barrier in rats is not affected by 1.5GHz RF-EMF exposure at non-thermal level", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.384, 2006.6

S. Hiromoto, T. Sonoda, Y. Suzuki, K. Wake, S. Watanabe, J. Miyakoshi, M. Taki,"A study on the effect of microwave exposure on HSP70 gene expression", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.441, 2006.6

S. Watanabe, T. Konno, M. Hanazawa, K.Wake, Y. Suzuki, M. Kouzai, A. Nishikata, H. Shirai, M. Taki,"Spatial-dependence of warmth sensation caused by millimeter-wave exposure", Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting,Cancun, Mexico, p.447, 2006.6

Y. Suzuki, M. Baba, M. Taki, K. Fukunaga, and S. Watanabe, "Visualization of energy absorption due to high frequency electromagnetic field within tissue equivalent gel phantom", Bio-Dielectrics: Theories, Mechanisms and Applications (Annual Conference 2006 of the Dielectrics Group of the Institute of Physics), 2006.4

Masami Chiba, Yusuke Watanabe, Osamu Yasuda, Toshio Kamiyo, Yuichi Chikashige, Tadashi Kon, Akio Amano, Yoshito Takeoka, Yutaka Shimizu, Satoshi Mori, Sosuke Ninomiya: "MEASUREMENT OF ATTENUATION LENGTH FOR RADIO WAVE IN NATURAL ROCK SALT SAMPLES CONCERNING ULTRA HIGH ENERGY NEUTRINO DETECTION", Proc. of the International Workshop ACOUSTIC AND RADIO EeV NEUTRINO DETECTION ACTIVITIES (ARENA2005), DESY, Zeuthen, Germany, World Scientific Publishing Co. Ltd., ISBN 978-981-256-755-0, pp.25-29 (2006-4)

Yusuke Watanabe, Masami Chiba, Osamu Yasuda, Toshio Kamiyo, Yuichi Chikashige, Tadashi Kon, Akio Amano, Yoshito Takeoka, Yutaka Shimizu, Satoshi Mori, Sosuke Ninomiya: "STRUCTURE FUNCTION OF EXCESS CHARGE IN ROCK SALT", Proc. of the International Workshop ACOUSTIC AND RADIO EeV NEUTRINO DETECTION ACTIVITIES (ARENA2005), DESY, Zeuthen, Germany, World Scientific Publishing Co. Ltd., ISBN 978-981-256-755-0, pp.50-54 (2006-4)

Y. WATANABE, M. CHIBA, O. YASUDA, T. KAMIJO, Y. CHIKASHIGE, T. KON, AKIO AMANO, YOSITO TAKEOKA, et al.: "STRUCTURE FUNCTION OF EXCESS CHARGE IN ROCK SALT", Proc. of the International symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies 2005, AIP conference proceedings, vo.847, ISBN 0-7354-0342-2, pp.491-493(2006-7)

Y. Watanabe, M. Chiba, Y. Takayama, M. Fujii, O. Yasuda, F. Yabuki, Y. Shibasaki, T. Kamiyo, M. Utsumi, Y. Chikashige, T. Kon, A. Amano, Y. Takeoka, Y. Shimizu, S. Mori, S. Ninomiya, M. Utsumi: "SIMULATION OF SALT NEUTRINO DETECTOR PERFORMANCE FOR ULTRA HIGH-ENERGY NEUTRINO DETECTION", "Energy Budget in the High Energy Universe" (K. Sato & J. Hisano ed.), Proceeding of the International Workshop, Kashiwa, Japan 22-24 Feb. 2006, World Scientific Publishing, ISBN-13 978-981-270-010-0, pp.315-318 (2007-3)

M. Chiba, Y. Watanabe, Y. Takayama, M. Fujii, O. Yasuda, F. Yabuki, Y. Shibasaki, T. Kamiyo, M. Utsumi, Y. Chikashige, T. Kon, A. Amano, Y. Takeoka, Y. Shimizu, S. Mori, S. Ninomiya, M. Utsumi: "MEASUREMENT OF ATTENUATION LENGTH FOR UHF RADIO WAVE IN NATURAL ROCK SALT SAMPLES CONCERNING ULTRA HIGH ENERGY NEUTRINO DETECTION", "Energy Budget in the High Energy Universe" (K. Sato & J. Hisano ed.), Proceeding of the International Workshop, Kashiwa,

Japan 22-24 Feb. 2006, World Scientific Publishing, ISBN-13 978-981-270-010-0, pp.319-322 (2007-3)

S. Goka, Y. Mase, H. Sekimoto, Y. Watanabe“Calculation of Bi-mesa Structures Suitable for Mounting”, Proc.of 2006 IEEE International Frequency Control Symposium (2006-5)

S. Goka, Y. Watanabe “Chip-scale Atomic Clock Based on Coherent Population Trapping”, Japan Taiwan Workshop on Future Frequency Control Devices (2007-3)

【 研究会 , 大会 , 委員会 】

関本 仁、田村 惇、五箇繁善、渡部泰明、「方形水晶 AT 板における 3D 振動の粘性損失を考慮した解析」第 27 回超音波エレクトロニクス基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集 (2006/11).

関本 仁、田村 惇、五箇繁善、渡部泰明、「X 端部に高粘性領域を持つ方形水晶 AT 板の 3-D 結合振動の数値解析」東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究会「圧電材料・デバイスシンポジウム 2007」, (2007/01)

安田恵一郎, 岩崎信弘, 上野元気:「群の活性度に基づく Particle Swarm Optimization の数値的安定性解析」, 日本機械学会 第 7 回最適化シンポジウム論文集 pp.263-268 (2006-12)

北山哲士, 安田恵一郎, 山崎光悦:「RBF ネットワークと Particle Swarm Optimization による統合最適化(Part I: 半径式の検討) 」, 平成 19 年電気学会・産業計測制御研究会 資料 pp69-72 (2007-3)

北山哲士, 安田恵一郎, 山崎光悦:「RBF ネットワークと Particle Swarm Optimization による統合最適化(Part II: サンプル点の配置と制約条件の取扱い) 」, 平成 19 年電気学会・産業計測制御研究会 資料 pp73-76 (2007-3)

中野真一, 石亀篤司, 安田恵一郎:「Tabu Search の概念に基づく Particle Swarm Optimization」, 平成 19 年電気学会・産業計測制御研究会 資料 pp85-90 (2007-3)

石井綱吉, 安田恵一郎:「超分散型エネルギーシステムにおける階層型自律分散制御」, 平成 18 年電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp1007-1012 (2006-9)

新妻大地, 安田恵一郎:「Proximate Optimality Principle を考慮したプラットフォームに基づく Multi-Point Tabu Search」, 平成 18 年電気学会 電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp457-463 (2006-9)

新妻大地, 安田恵一郎:「Proximate Optimality Principle に基づく相互作用を付加した多点探索型 Tabu Search」, システム・情報部門 学術講演会 2006, pp145-151 (2006-11)

山口晃敏, 安田恵一郎:「Particle Swarm Optimization の多様性に関する検討」, 平成 18 年電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp451-456 (2006-9)

山口晃敏, 安田恵一郎:「Particle Swarm Optimization における Particle の多様性に関する検討」, 平成 18 年第 15 回システム・情報部門 学術講演会 2006, pp165-170 (2006-11)

前田恵美, 安田恵一郎:「発電機起動停止計画問題への POP 解析に基づいた多点型 Tabu Search の適用」, 平成 18 年電気学会 電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp778-783 (2006-9)

前田恵美, 安田恵一郎:「POP 解析に基づいた多点探索型 Tabu Search による発電機起動停止計画問題の最適化」, システム・情報部門 学術講演会 2006, pp207-212 (2006-11)

武居麻里, 安田恵一郎:「群の活性度を用いた多様化・集中化の評価に基づく Particle Swarm Optimization」, 平成 18 年電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp442-450 (2006-9)

武居麻里, 安田恵一郎:「Particle Swarm Optimization による制約つき最適化問題の解法」, 平成 19 年電気学会・産業計測制御研究会 資料 pp19-24 (2007-3)

河原林雅, 安田恵一郎, 大井章弘, 高山信一, 飯坂達也, 福山良和:「Particle Swarm Optimization による送水計画問題の最適化」, 平成 19 年電気学会・産業計測制御研究会 資料 pp25-30 (2007-3)

神内宏幸, 安田恵一郎:「Proximate Optimality Principle を考慮した多点探索型最適化手法」, 平成 19 年電気学会・産業計測制御研究会 資料 pp13-18 (2007-3)

渡部泰明, 石井 直, 加藤真彦, 五箇繁善, 関本 仁, "レーザスペckル干渉を利用した圧電デバイス表面振動変位の高速絶対測定", 第 3 5 回 E M シンポジウム講演論文集, 首都大学東京国際交流会館, (2006-05) .

渡部泰明, 石井 直, 今枝憲幸, 五箇繁善, 佐藤隆幸, 関本 仁, " 間欠駆動法による圧電デバイス振動モードの絶対測定 ", 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 金沢大学, (2006-09) .

Sunao ISHII, Yasuaki WATANABE, Noriyuki IMAEDA, Shigeyoshi GOKA, Takayuki SATO and Hitoshi SEKIMOTO, "Absolute Measurement of Surface Vibrational Distribution in Piezoelectric Devices Using Burst-Wave Driving", 第 27 回 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集, 名古屋国際会議場, (2006-11).

渡部泰明, 石井 直, 五箇繁善, 佐藤隆幸, 関本 仁, " レーザスペckルとデバイス間欠励振を利用した振動変位絶対測定 ", 電子情報通信学会超音波研究会, 同志社大学, (2007-01) .

多氣昌生, 渡辺聡一, " 医療 I C T における生体 E M C " , 日本医療情報学会第 2 回ユビキタス医療シンポジウム, 平成 18 年 9 月 11 - 12 日, 一橋記念講堂, 学術総合センター, 2006.9

多氣昌生, " MICT と電波防護指針 ", 電子情報通信学会, 第 1 回医療情報通信技術研究会, 2006.7

Pornanong Pongpaibool, 和氣加奈子, 渡辺聡一, 多氣昌生 " 実験室内の電界分布による平面波スペクトラム近似を用いた感受性実験のためのばく露評価 ", 2006 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, B-4-8, 2007.3

河井寛記, 田中 壮, 和氣加奈子, 渡辺聡一, 多氣昌生, 宇野 亨, " サーモグラフィ法を用いた 1 週齢ラットファントム内 SAR 分布の測定 ", 2006 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-4-29, 2007.3

田中 壮, 河井寛記, 和氣加奈子, 渡辺聡一, 多氣昌生, 宇野 亨, " 8 の字ループアンテナ曝露装置の局所性向上に関する検討 ", 2006 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-4-54, 2007.3

田中 壮, 和氣加奈子, 河井寛記, 渡辺聡一, 多氣昌生, 宇野 亨, " 8 の字ループアンテナによる幼若ラット内 SAR の数値計算 ", 2006 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, B-4-54, 2007.3

蕪木 大, 多氣昌生, 鈴木敬久, " 超磁歪素子を用いた能動騒音制御のための振動アクチュエータ ", 電子情報通信学会2006ソサイエティ大会, A-10-1, 2006.9

佐々木謙介, 鈴木敬久, 多氣昌生, " 方向分離アルゴリズムのFDTD法への適用(DS-FDTD法) " 電子情報通信学会2006ソサイエティ大会, C-1-10, 2006.9

廣本早紀，園田知秀，鈴木敬久，多氣昌生，宮越順二，和氣加奈子，渡辺聡一，“温度制御下における電磁波曝露の非熱作用の検討”，電子情報通信学会2006ソサイエティ大会, B-4-42, 2006.9

松本好太，西澤振一郎，阿部真一郎，和氣加奈子，鈴木敬久，渡辺聡一，多氣昌生，橋本 修，“IHクッキングヒータ用コイルの近傍に配置したシールド材の効果”，電子情報通信学会2006ソサイエティ大会, B-4-42, 2006.9

鈴木敬久，三觜謙太，篠原広樹，田中康寛，福永香，“高エネルギー電子線照射時の高分子材料内部のin-situ三次元温度分布測定及び評価”，第37回電気電子絶縁材料システムシンポジウム，pp.33-36, 2006.10

丸山 啓・鈴木敬久，多氣昌生・和氣加奈子，渡辺聡一・橋本 修．“中間周波数帯における均一磁界入射による体内誘導電流の解析”，電気学会，電磁環境研究会，EMC-06-15，pp17-22，2006.11

鈴木敬久，多氣昌生，丸山 啓，橋本 修．和氣加奈子，渡辺聡一，“中間周波数帯における均一及び局所磁界入射による体内誘導電流の比較”，電気学会，電磁環境研究会，EMC-06-16，pp23-27，2006.11

鈴木 敬久，三觜健太・田中康寛，高田達雄，福永香，“感温液晶を用いた電子線照射下における高分子絶縁材料内部の温度分布測定”，第3回宇宙環境シンポジウム，2006.12

佐々木謙介，鈴木敬久，多氣昌生，“3次元音場解析に対するLOD-FDTD法の適用”，日本音響学会2007年春季研究発表会, pp597-598, 2007.3

蕪木大，多氣昌生，鈴木敬久，“超磁歪素子を用いた振動アクチュエータとその応用”，日本音響学会2007年春季研究発表会, pp781-782, 2007.3

鈴木敬久，多氣昌生，小島正美，福永 香，渡辺聡一，“感温液晶マイクロカプセルを用いた高周波電磁界に関する曝露評価手法”，電子情報通信学会2007総合大会, cs-10-5, 2007.3

斎藤淳史，廣本早紀，鈴木敬久，多氣昌生，吉江幸子，池畑政輝，“酵母への高周波電磁界曝露における曝露評価”，電子情報通信学会2007総合大会, B-4-10, 2007.3

下川大輔，多氣昌生，鈴木敬久，和氣加奈子，“Ham-F12溶液の中間周波数帯における導電率と誘導電流”，電子情報通信学会2007総合大会, B-4-14, 2007.3

丸山 啓, 鈴木敬久, 多氣昌生, 和氣加奈子, 渡辺総一, 橋本 修, ” 一様磁界曝露時における誘導電流密度のモデル依存性”, 電子情報通信学会2007総合大会, B-4-15, 2007.3

桂木路彦, 渡辺恭平, 鈴木敬久, 多氣昌生, ” FDTD法による中間周波電界のドシメトリに関する検討”, 電子情報通信学会2007総合大会, B-4-16, 2007.3

佐々木謙介, 鈴木敬久, 多氣昌生, ” 一軸疑似伝搬スキームのPML媒質内での電磁波伝搬への適用”, 電子情報通信学会2007総合大会, C-1-19, 2007.3

篠原広樹・三觜健太・田中康寛・高田達雄・鈴木敬久・福永香・“電子線照射下における絶縁体材料内部の感温液晶を用いた温度分布測定システムの開発”, 平成19年電気学会全国大会、1-148, p.182, 2007.3

篠原広樹・三觜健太・田中康寛・高田達雄・鈴木敬久・福永香・“電子線照射下の高分子絶縁材料内部温度分布の可視化および定量化の試み”. 電気学会, 誘電絶縁材料研究会, DEI-07-51, pp.33-38, 2007.3

河井寛記, 田中 壮, 渡辺聡一, 多氣昌生, 宇野 亨, “1.5 GHz 帯におけるサーモグラフィ法を用いた幼若ラットファントム内 SAR 測定の不確かさ評価”, 電子情報通信学会技術研究報告(環境電磁工学), EMCJ2006-102, pp. 25-28, 2007.1

和氣加奈子, 渡辺聡一, 山中幸雄, 多氣昌生, “2GHz 帯 W-CDMA 信号を用いた長期動物曝露実験におけるラット内 SAR の評価”, 電子情報通信学会技術研究報告(環境電磁工学), EMCJ2006-17, pp.43-47, 2006.6

松本好太, 西澤振一郎, 和氣加奈子, 鈴木敬久, 渡辺聡一, 多氣昌生, 橋本 修, “IH クッキングヒータのコイル近傍における周辺磁界に関する検討”, 電子情報通信学会技術研究報告(環境電磁工学), EMCJ2006-29, pp.59-64, 2006.7

相馬 隆郎、「倒立振子モデルに基づく速度追従型 2 足歩行制御」ロボティクス・メカトロニクス講演会 2006 講演論文集

相馬 隆郎、「ファジイ制御を用いた速度追従型 2 足歩行制御」日本ロボット学会学術講演会論文集

鈴木洋介, 上條敏生: 開放型共振器を用いた撮動法による薄いフィルムの複素誘電率測定, 超高速高周波エレクトロニクス実装研究会, 平成 18 年度第 1 回公開研究会(2006-5)

天野晶夫, 近匡, 清水裕, 竹岡義人, 近重悠一, 二宮壯介(成蹊大理工), 荒川葉子 A, 上條敏生 B, 柴崎祐治 B, 高山泰弘 B, 千葉雅美 B, 中村俊介 B, 藤井政俊 B, 安田修 B, 矢吹文昭 B, 内海倫明 C, (都立大理 A, 首都大理工 B, 東海大 C): 超高エネルギーニュートリノ検出のための UHF 帯における天然岩塩試料の複素誘電率測定, 日本物理学会 2007 年春季大会 (首都大学東京) 28aSK-6 (2007-3)

中村俊介 A, 荒川葉子 (都立大理), 上條敏生 A, 柴崎祐治 A, 高山泰弘 A, 千葉雅美 A, 藤井政俊 A, 安田修 A, 矢吹文昭 A, 天野晶夫 B, 近匡 B, 清水裕 B, 竹岡義人 B, 近重悠一 B, 二宮壯介 B, 内海倫明 C (首都大理工 A, 成蹊大理工 B, 東海大 C): 超高エネルギーニュートリノ検出のための岩塩中電磁シャワーからの電波検出シミュレーション, 日本物理学会 2007 年春季大会 (首都大学東京) 28aSK-7 (2007-3)

荒川葉子(都立大理), 上條敏生 A, 柴崎祐治 A, 高山泰弘 A, 千葉雅美 A, 中村俊介 A, 藤井政俊 A, 安田修 A, 矢吹文昭 A, 天野晶夫 B, 近匡 B, 清水裕 B, 竹岡義人 B, 近重悠一 B, 二宮壯介 B, 内海倫明 C (首都大理工 A, 成蹊大理工 B, 東海大 C): 超高エネルギーニュートリノ検出のための岩塩中電磁シャワーからの電波反射の研究, 日本物理学会 2007 年春季大会 (首都大学東京) 28aSK-8 (2007-3)

千葉雅美, 上條敏生, 柴崎祐治, 高山泰弘, 中村俊介, 藤井政俊, 安田修, 矢吹文昭 (首都大理工), 荒川葉子 A, 天野晶夫 B, 近匡 B, 清水裕 B, 竹岡義人 B, 近重悠一 B, 二宮壯介 B, 内海倫明 C (都立大理 A, 成蹊大理工 B, 東海大 C): 岩塩超高エネルギーニュートリノ検出のための、ダイポールアンテナでのファインマン公式を用いた新しい放射電場計算法, 日本物理学会 2007 年春季大会 (首都大学東京) 28aSK-9 (2007-3)

佐藤隆幸、「熱痛計における熱痛閾値系統誤差の推定」、第 45 回日本生体医工学会大会プログラム・論文集

佐藤隆幸、相浦紗雪、渡部泰明、関本仁、「機械-音波複合法による組織弾性絶対値測定システム」、第 45 回日本生体医工学会大会プログラム・論文集

【 雑誌, 単行本等の執筆 】

なし

【 科学研究費報告書等 】

安田恵一郎:「超分散型エネルギーシステムの基本構想と解析・制御」平成 15 年度～平成 17 年度 科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書

【 特許 】

特願 2006-249096 多氣昌生, 蕪木大, 鈴木敬久,

「磁歪アクチュエータ」, 2006 年 9 月 14 日

特願 2007-073329 鈴木敬久, 佐々木健介, 多氣昌生,

「電磁界解析装置, 電磁解解析手法, 電磁界解析プログラムおよび場解析装置」, 2007 年 3 月 20 日

電気エネルギー・電磁応用分野

1. 研究活動の概要

1) インダクタの鉄損評価の研究

清水敏久

半導体電力変換装置の高電力密度化を行うためには、半導体の損失低減に加えてパッシブコンポーネント、とりわけインダクタの小形・軽量化が不可欠であり、そのためにはインダクタ損失の正確な計算・評価手法の確立が不可欠である。本研究では、変換器実装状態におけるインダクタ鉄心材料の部分ヒステリシス損失を正確に計測評価する手法を明らかにし、各種磁性材料の損失特性を計測・評価した。さらに、本研究で開発した計測原理を拡張して、一般性のある鉄損計測手法を考案し、計測器メーカーと共同で製品化開発を行った。開発製品は電機業界の主要新聞社や広報社にたいしてプレス発表を行い、新聞紙上に掲載された。

2) 太陽光発電用単相系統連系インバータのパワーデカップリングに関する研究

清水敏久

単相系統連系インバータでは、単相電力の電力脈動に起因して直流電圧側に電圧リップルが生じるため、太陽光発電の運転効率を高めるには直流電圧を安定化する必要がある。従来は直流回路に大容量の電解コンデンサを使用していたが、長時間の運転寿命が得られない問題があった。本研究では、本質的に寿命の短い電解コンデンサを使用せずに、小容量だが寿命の長いフィルムコンデンサなどを用いて電力脈動を除去する、いわゆるパワーデカップリング技術を適用した新しいインバータ回路の開発を行い、その有効性を立証した。

3) 半導体電力変換装置における電磁ノイズ抑制技術の研究

清水敏久

半導体の高速スイッチング動作を積極的に利用する電力変換回路では、スイッチング時に生じる電磁波ノイズにより、周辺の電気装置の動作障害を引き起こす問題が生じる。本研究では、電磁波ノイズの様々な発生要因の分析とその低減策について研究を行った。第一は、SiC や GaN 等の次世代パワーデバイスの超高速スイッチングを想定したノイズ現象について、特にインバータ回路内部を伝搬し、インバータ動作を不安定にするノイズ現象について詳細な分析を行った。第二は、インバータで駆動される交流電動機の端子に生じるサージ電圧について、同軸線路を用いたサージ抑制線のサージ抑制効果を実験的に検証し、その抑制プロセスの解析を行った。

4) 超高電力密度 DC-DC コンバータの開発

清水敏久

電気自動車や通信用電源では、極限的な高電力密度化が進められる中で、変圧器等の極限の小型化が求められている。このような状況では、回路動作の過渡的な変動時の変圧器の偏磁現象（これを過渡偏磁と呼ぶ）が回路動作に深刻な悪影響をあたえることを明らかにし、そのメカニズムを明らかにした。

5) 生体電磁環境のばく露評価技術

多氣昌生

電磁気エネルギーを利用した工学システムと人間生活の両立性を確保することを目的として、環境における電磁場の人体への影響評価に関する研究を以下のように行った。

a. マイクロ波(2.45GHz)の細胞レベルでの生体影響を、熱による影響を排除して評価するための電磁波曝露装置の設計と開発を行った。ペルチェ素子を用いた温度制御を導入し、ばく露評価並びに温度特性評価を行った。

b. 2.45GHz のマイクロ波曝露が CHO-K1 細胞の熱ショックタンパク発現に及ぼす影響の実時間 RT-PCR を用いて mRNA レベルで評価した。その結果、高周波電磁界によるストレスは認められず、熱による影響が支配的であることが明らかになった。

c. 中間周波(3kHz -10MHz)に含まれる電界を利用した、人体通信システムによる人体ばく露と電磁界放射特性について数値解析に基づき評価した。

d. 携帯電話の使用と頭頸部の腫瘍との関連性についての疫学研究のための曝露評価として、携帯電話使用時の頭部内 SAR 分布の推定を行った。

e. 医学・生物学系の研究機関との共同研究として、マイクロ波・ミリ波照射の家兎眼への影響評価、遺伝子突然変異への影響、熱ショックタンパクの発現、脳微小循環への影響、などさまざまな研究を行った。

6) 騒音の能動制御

多氣昌生

能動騒音制御への適用を目的とした、超磁歪素子アクチュエータの開発を行った。このアクチュエータは、低周波領域では電磁力を、高周波領域では超磁歪による変位が効果を持つように協調的に動作するように設計されている。このアクチュエータの特性を評価し、能動騒音制御への適用の可能性について検討を行った。

7) 誘電泳動マイクロフィルタの開発

内田 諭

様々な菌検出法において、菌の捕集及び濃縮工程は極めて重要な要素である。現在のところ、メッシュフィルタや捕集ビーズが一般的に用いられているが、交換に伴う時間的浪費やコスト増加といった問題がある。そこで本研究では、電気的操作により捕集及び放出ができる菌濃縮装置（誘電泳動マイクロフィルタ）の試作を行った。駆動周波数を調節することによって、懸

濁液中の大腸菌と有機物を分離することに成功した。また、櫛形の電極形状を用いることで、より多くの大腸菌を捕集及び濃縮することができた。

8) 誘電泳動による微生物の代謝活性モニタリング

内田 諭

酒造業において、醗酵状態の適切な制御が品質保持の鍵となる。それらは、杜氏などの専門技術者に管理されているが、常時監視することは難しく、人的誤りによる不安定性も内在する。今後は、酵母の状態を迅速かつ自動的に検出できることが望ましい。本研究では、誘電泳動インピーダンス計測 (DEPIM) 法による代謝活性の評価法について検討した。大腸菌懸濁液において、加温処理温度に対する非線形な導電率変化を検出した。さらに、菌の生死、形状変化及び細胞膜損傷度合い、呼吸活性を調査し、導電率変化がそれらの特性を包含的に反映していることを確認した。これは、本手法が菌代謝状態の即時判別に有用であることを示唆している。

9) 泳動濃縮及び低電圧パルスを用いた高効率マイクロ殺菌システムの検討

内田 諭

食品衛生の厳格化に伴い、製造工程中の即時殺菌が必須となっている。しかしながら、すべての食品に対して、従来の熱処理で対応するのは困難である。本研究では、電極付きマイクロ流路を用いて、病原菌を誘電泳動によって選択的に検出且つ濃縮し、低電圧・小電力によるパルス殺菌を行う手法について検討した。周波数 100 kHz において、大腸菌が効率的に濃縮された。また、高速半導体スイッチを用いて、100 V のパルス電圧を印加したところ、1 時間で 90 % の菌が死滅した。本条件では、泳動濃縮による付加効果によって、殺菌効率は 25 倍に改善された。

10) 窒素マイクロプラズマにおける基礎特性の数値解析

内田 諭

高気圧放電の一種であるマイクロプラズマは、高プラズマ密度かつ微細構造を有するため、様々な応用が期待できる。しかしながら、効果的に利用するためには、各種放電条件におけるマイクロプラズマの挙動を精査する必要がある。本研究では、様々な条件における窒素マイクロプラズマの放電構造を模擬し、放電基礎特性を解析した。放電空間における荷電粒子の生成と損失の不均衡が窒素中でのグロー放電化を阻害していることが示された。また、空間内への電子供給として高周波駆動捕獲を検討し、10 MHz において窒素マイクロプラズマの安定形成が可能であることも示された。

11) マイクロプラズマの基礎特性に関する研究

朽久保文嘉

高気圧放電の一種であるマイクロプラズマは、高プラズマ密度、及び、その微小性を利用し

て様々な応用が期待される。本研究では、容量結合型マイクロプラズマの基礎特性を実験とシミュレーションから明らかにしている。実験では、希ガス（ヘリウム、またはアルゴン）が流れるガラス細管内において、RF 電圧（13.56 MHz）またはパルス電圧を印加したときに発生する放電プラズマについて、ガス流量や気圧をパラメータとし、放電開始電圧の計測と放電形態の観察、及び、時間分解発光分光を行い、マイクロプラズマ生成条件を精査した。また、下流域でのプラズマ生成に対する電極配置やガス流量の影響を調べた。これは、マイクロプラズマジェットへの応用を意図したものである。

シミュレーションでは、流体モデルをベースとして、気体力学を考慮したマイクロプラズマの解析を行った。これは、マイクロプラズマによる局所的加熱がガス温度上昇や流れを引き起こすこと、また、外部からの気流がプラズマの制御に有用であり、気体力学とプラズマの相関解明が必要であることによる。本研究では、閉じたセル内、及び、ガスが流れる流路内でのプラズマとガスの相互作用について検証した。さらに、大気圧ヘリウム中の直流マイクロプラズマについても解析を行い、プラズマ構造、及び、累積電離の寄与について明らかにした。

1 2) 大気圧グロー放電の生成と応用に関する研究

朽久保文嘉

本研究の目的は、希ガス中の高気圧非平衡プラズマにおいて、放電形態と準安定原子密度の相関を精査し、準安定原子の役割を解明することである。昨年度に引き続き、アルゴンに微量のエチレンを加え、誘電体バリア放電型の高気圧グロー放電形成に対するペニング電離の影響について検討した。エチレン濃度をパラメータとして、半導体レーザ吸収法による準安定原子 $\text{Ar}(1s_5)$ の密度の時空間分解計測、及び、放電からの発光分光計測を行った。また、ボルツマン方程式による電子輸送特性の解析から、アルゴン/エチレン混合ガス中において、各励起種のペニング電離過程への寄与を精査するとともに、これを用いた流体近似モデルによる放電シミュレーションを行った。その結果、エチレンを添加したアルゴン中では、ペニング電離が支配的となって放電開始電圧が減少することを確認した。エチレンの添加はカーボン薄膜堆積へ実用化が可能である。また、エチレン以外にも様々なプロセスガスがペニング効果を有する可能性があり、様々な実用化が可能と考えられる。

1 3) 放電プラズマを用いた環境浄化に関する研究

朽久保文嘉

炭化水素を用いた選択接触還元法(HC-SCR)と放電プラズマを併用した窒素酸化物の除去過程を研究している。昨年度に引き続き、導入ガス組成や触媒温度をパラメータとし、反応生成物と NO_x 除去率の相関を精査した。プラズマ中で炭化水素から生成されるアルデヒドやカルボン酸が HC-SCR での窒素酸化物に寄与することを明らかにした。また、廃水処理を目的として、水中気泡内放電にも取り組んでいる。

14) インバータが発生するノイズ電流抑制法に関する研究

和田圭二

太陽光発電用インバータが複数台接続されている場合についての、ノイズフィルタの設置点とその抑制法に関する研究を行い、等価回路の導出と実験による検証を行った。また、次世代電力変換回路を対象とした高速スイッチング動作をした場合の、変換回路内部に発生するノイズ電流の発生要因とその抑制法についても研究を行った。

15) 高調波電流補償用ハイブリッドフィルタに関する研究

和田圭二

産業用機器で使用されるダイオード整流回路が発生する高調波電流を抑制するためのハイブリッドフィルタについて研究を行った。模擬実験装置を設計・製作を行い、その有用性を確認した。さらに、回路パラメータと補償特性について理論と実験により検証を行った。

16) ハルバッハ型PMサーフェスモータに関する研究

土屋淳一

リニアモータはダイレクトに直線運動が可能であり、FA等で様々に利用されてきているが、リニアモータは一方向のみの動作である。近年、多次元または多自由度の動きを1台で実現する多次元ドライブシステムの研究・開発が行われており、そのなかに2次元の平面駆動が直接得られるものにサーフェスモータがある。従来のサーフェスモータは可動子が電磁石であり、電力供給のワイヤー等があるなど自由度に制約があった。当研究室では、可動子をハルバッハ型永久磁石(PM)固定子側を電磁石で構成し平面上を自由に動くハルバッハ型PMサーフェスモータを開発している。このモータは、X-Yの2方向動作に加え、回転動作もでき、多自由度の運動が可能である。また、可動子がワイヤレスであるため密閉された空間内等での動作が可能で、様々な用途が期待される。いくつかの試作・検討を行い最適な構成および形状の設計を行い、磁極構成および配置の検討を行なった結果、良好な諸特性が得られた。現在、センシング方式の検討およびその特性の測定を行っている。また、磁石の代わりに超電導体を用いた可動子も開発し、浮上および非接触の支持を実現した。

17) コイル型ステータを用いた超音波モータに関する研究

土屋淳一

医用では血管内で動作するような超小型モータが求められている。従来の原理のモータでは限界であり、新たに原理に基づく超音波モータを検討している。コイル型ステータを用いた新しい超小型超音波モーターを試作し、その特性を検討している。このモータは、その単純構造のため小型化しやすく、直径1mm以下も可能である。また、液中動作が可能であること、中空軸の回転駆動が可能などの特徴もある。

2 . 研究業績

【 論文 】

T. Shimizu, K. Wada, and N. Nakamura, "Flyback-Type Single-Phase Utility Interactive Inverter With Power Pulsation Decoupling on the DC Input for an AC Photovoltaic Module System", *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 21, no. 5, pp. 1264-1272, 2006

S. Inoue, T. Shimizu, and K.Wada, "Control Method and Compensation Characteristics of a Series Active Filter for a Neutral Conductor", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 54, no. 1, pp. 433-440, 2007

T. Hirao, T. Shimizu, M. Ishikawa, K. Yasui, "Discussion on Modulation Methods for Flyback-type Single-Phase Inverters with Enhanced Power Decoupling for Photovoltaic AC Module Systems", *IEEJ Trans on I.A.*, Vol.126, No.4, pp.504-510, 2006.4

S. Inoue, K. Wada, T. Shimizu, "Control Methods and Compensation Characteristics of a Series Active Filter for Neutral Conductor," *Electrical Engineering in Japan* , Vol 155, No.4, pp. 53-63, 2006.4

S. Iyasu, T. Shimizu, K. Ishii, "A Novel Inductor Loss Calculation Method on Power Converters Based on Dynamic Minor Loop," *IEEJ Trans on I.A.*, Vol.126, No.7, pp.1028-1034, 2006.7

橋野哲, 和田圭二, 清水敏久, 「可変周波数形無損失共振器を用いた単相電圧形 PWM インバータによる任意波形出力制御」, *電気学会論文誌 D*, vol. 127, no. 2, pp. 103-111, 2007.2

居安誠二, 清水敏久, 石井謙市朗, 「単相電圧形 PWM インバータ回路用フィルタリアクトルの鉄損算定法」, *電気学会論文誌 D*, vol. 127, no. 3, pp. 217-225, 2007.3

F. Tochikubo, Y. Furuta, S. Uchida and T. Watanabe, "Study of Wastewater Treatment by OH Radicals Using DC and Pulsed Corona Discharge over Water", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 45, No. 4A, pp. 2743-2748, 2006

S. Otsuka, F. Tochikubo and S. Uchida, "Numerical Simulation of High-Frequency Driven Dielectric Barrier Microdischarge with Coplanar Electrode Configuration in Ar", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 45, No. 10A, pp. 7881-7887, 2006

C. Sugama, F. Tochikubo and S. Uchida, "Glow Discharge Formation over Water Surface at Saturated Water Vapor Pressure and Its Application to Wastewater Treatment" Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 45, No. 11, pp. 8858-8863, 2006

内田 諭, 平沼雅裕, 朽久保文嘉, 渡辺恒雄, 「面電極型高周波駆動プラズマディスプレイにおけるマイクロ放電シミュレーション」, 電気学会論文誌 A(基礎・材料・共通部門誌), Vol. 126, No. 12, pp. 1205-1210, 2006 年

円城寺隆治, 尼子恵里, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「インピーダンス計測法による損傷大腸菌の誘電泳動特性解析」, 静電気学会誌, Vol. 31, No. 1, pp. 8-13, 2007 年

【 国際会議 】

T. Shimizu, K. Ishii, "An Iron Loss Calculating Method for AC Filter Inductors Used on PWM Inverters," Conference Proceedings of IEEE-PESC2006, pp.2979-2985, 2006

S. Uchida and F. Tochikubo, "Investigation of Breakdown Properties for Ar and N₂", Proceedings of 3rd International Workshop on Microplasmas, p. 66, at Greifswald, 2006

F. Tochikubo, Y. Matsushita and S. Uchida: "Influence of Penning Ionization for Glow-like Discharge Formation in Dielectric Barrier Discharge in Ar-Based Gas", Proc. of 10th International Symposium on High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry (Saga, Sep. 2006), pp.67-70

W. Tangtheerajaronwong, T. Hatada, K. Wada, H. Akagi, "Design of a Transformerless Shunt Hybrid Filter Integrated into a Three-Phase Diode Rectifier", IEEE/PELS Power Electronics Specialists Conference, pp. 1426-1432, 2006.

M. Hagiwara, K. Wada, H. Fujita, and H. Akagi, "Dynamic Behavior of a 21-Level (Line-to-Line) BTB System Based on Series Connection of Sixteen Converter-Cells under a Single-Line-to-Ground Fault Condition: Experimental Verification by a 200-V, 20-kW Laboratory System," IEEE/IAS Annal Meeting, pp. 1001-1008, 2006

【 研究会, 大会, 委員会 】

清水敏久、「PWMインバータ用フィルタインダクタの鉄損評価手法」、電気学会マグネティクス研究会、MAG-06-69, pp.19-25, 2006.6

白川和博, 和田圭二, 清水敏久「PWMインバータの200kHz級高周波スイッチングの課題」, 平成18年電気学会産業応用部門大会, 1-34, 2006.8

寺島和人, 和田圭二, 清水敏久「マイナーヒステリシス特性に基づく異なるコア材における鉄損分布」, 平成18年電気学会産業応用部門大会, Y-22, 2006.8

松野浩和, 清水敏久, 滝沢聡毅, 谷津誠、「CT帰還形ゲート駆動回路を用いたスイッチング損失と回生エネルギーの評価」, 平成18年電気学会産業応用部門大会, 1-35, 2006.8

清水敏久, 「交流電源インターフェイス用電力変換技術の最新動向 - 総論 - 」, 平成18年電気学会産業応用部門大会, 1-S3-1, 2006.8

白川和博, 和田圭二, 清水敏久「200kHz PWM インバータが発するノイズのモデリングとその抑制法」, 電気学会半導体電力変換研究会, SPC-07-16, 2007.3

松野浩和, 清水敏久, 滝沢聡毅, 谷津誠、「CT帰還形ゲート駆動回路を用いたスイッチング損失低減とスナバエネルギー回生」, 電気学会半導体電力変換研究会, SPC-07-20, 2007.3

金寛烈, 和田圭二, 清水敏久, 高野耕至, 石井 仁「PWMインバータ回路用フィルタインダクタの瞬時鉄損算定法」, H19年電気学会全国大会, 2-217, 2007.3

服部達哉, 和田圭二, 清水敏久「パワーエレクトロニクス制御用ICのノイズ印加耐量試験」H19年電気学会全国大会, 4-008, 2007.3

坂本英聖, 和田圭二, 清水敏久「イミタンス変換形高周波インバータの共振ゲート駆動回路」, H19年電気学会全国大会, 4-038, 2007.3

三谷哲也, 和田圭二, 清水敏久「高速スイッチング動作に伴う電力変換器の内部ノイズ電流の検討」, H19年電気学会全国大会, 4-040, 2007.3

谷口 聡, 和田圭二, 清水敏久「微分器による仮想ベクトルを用いた単相インバータの制御特性の検討」, H19年電気学会全国大会, 4-057, 2007.3

近藤亮太, 和田圭二, 清水敏久, 山田隆二, 三野和明「絶縁形DC-DCコンバータにおける変圧器の偏磁特性」, H19年電気学会全国大会, 4-065, 2007.3

長谷川一徳, 清水敏久, 「結合インダクタ式チョッパの直流偏磁の解析」, H19年電気学会全国大会, 4-067, 2007.3

円城寺隆治, 尼子恵里, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「誘電泳動インピーダンス計測法による大腸菌の代謝活性モニタリング」, 静電気学会講演論文集'06, pp. 181-186 (2006年)

松下祐貴, 朽久保文嘉, 内田 諭, 渡辺恒雄, “ペニング電離効果を利用した大気圧アルゴングロー放電のシミュレーション”, 第24回プラズマプロセッシング研究会プロシーディングス, pp. 195-196 (2007年)

朽久保文嘉, 内田 諭, “大気圧希ガス中の直流グローマイクロ放電のシミュレーション”, 第24回プラズマプロセッシング研究会プロシーディングス, pp. 337-338 (2007年)

尼子恵里, 内田 諭, 朽久保文嘉, 円城寺隆治, 「マイクロスケールインピーダンス計測法による損傷大腸菌の誘電特性と代謝活性の相関検証」, 平成19年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 3, p. 241 (2007年)

渡辺恒雄, 内田 諭, 朽久保文嘉, 三戸翔太, 「泳動濃縮及び低電圧パルスを用いた高効率マイクロ殺菌システムの検討」, 平成19年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 4, p. 393 (2007年)

大塚 慎, 朽久保文嘉, 内田 諭, 渡辺恒雄, 「気体力学を考慮した容量結合型高周波励起マイクロプラズマのシミュレーション」, 春季第54回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, Vol. 1, p. 163 (2007年)

市瀬彩子, 朽久保文嘉, 内田 諭, 渡辺恒雄, 「細管を用いた容量結合マイクロプラズマの放電特性」, 春季第54回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, Vol. 1, p. 195 (2007年)

久保田崇史, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「マイクロプラズマアレイ内放電形成における電極配置の影響」, 春季第54回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, Vol. 1, p. 196 (2007年)

高木雄吾, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「窒素ガス中における大気圧マイクロプラズマ形成の数値解析」, 春季第54回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, Vol. 1, p. 197 (2007年)

吉澤速人, 朽久保文嘉, 内田諭, 渡辺恒雄, 「プラズマと還元触媒を併用した NO_x 処理における反応生成物」2006 年電気学会基礎・材料・共通部門大会講演論文集 (2006 年 8 月)

松下祐貴, 朽久保文嘉, 内田諭, 渡辺恒雄, 「中気圧アルゴングロー状誘電体バリア放電におけるペニング電離効果の検討」第 67 回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 1a-Q-8 (2006 年 9 月)

F. Tochikubo and S. Uchida, "A Consideration on Required Condition of Atmospheric Pressure Glow Discharge Formation with Dielectric Barrier Discharge Geometry", The 17th Symposium of The Materials Research Society of Japan (Dec. 2006), H-27-I

船渡寛人, 吉野輝雄, 和田圭二, 木村紀之, 「電力品質向上のための交流電源インターフェイス技術動向」, 平成 18 年電気学会産業応用部門大会, 1-S3-5, 2006

金城達人, 和田圭二, 成 慶眠, 田中保宣, 大橋弘通 「6.6kV 配電系統における高パワー密度化電力変換器の回路方式の比較・検討」H19 年電気学会全国大会, 4-002

土屋淳一, 守屋 正, 「コイル状ステータを用いた超音波モータの回転・トルク特性の検討」第 27 回超音波エレクトロニクス基礎と応用に関するシンポジウム, Vol.27, (2006 年 11 月)

土屋淳一, 守屋 正, 松田 高明, 「ハルバッハ型 PM サーフェスモータの位置検出」H18 電気学会リニアドライブ研究会, LD-06-65 (2006 年 10 月)

土屋淳一, 松田 高明, 「ハルバッハ型永久磁石を用いたサーフェスモータの諸特性」第 18 回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム, No.5-73 (2006 年 5 月)

【 雑誌, 単行本等の執筆 】

清水敏久, 「MHz 以上でも低損失スイッチングできるゲート駆動回路」, トランジスタ技術, 2006 年 10 月号, pp.151-154, 2006.10

清水敏久, 「二つのコイル「インダクタとトランス」の違いを説明できる?」, トランジスタ技術, 2006 年 10 月号, pp.154-155, 2006.10

和田圭二, 「アクティブフィルタ」, パワーエレクトロニクスダイジェスト, vol. 15, pp. 22-23, 2006 年 11 月

朽久保文嘉,「大気圧プラズマの基礎」電気学会誌, Vol. 126, No. 12, pp.781-783 (2006)

朽久保文嘉,「大気圧プラズマの生成制御と応用技術」(小駒益弘監修,サイエンス&テクノロジー社), pp. 19-34 (第1章1節分担) (2006)

【 科学研究費報告書等 】

朽久保文嘉 「グロー状の高気圧非平衡プラズマ生成・維持における準安定原子の役割」 科学研究費補助金(基盤研究C)研究成果報告書 (2007-3)

【 特許 】

特願 2006-306042	清水敏久「リアクトル損失測定装置及びその測定方法」
特願 2007-027281	清水敏久「複合型トランスおよびそれを用いた昇降圧回路」
特願 2006-194406	内田 諭, 朽久保文嘉 「菌濃縮殺菌装置および方法」
特願 2007-092494	内田 諭 「微生物の同定評価法」

電子材料・デバイス分野

1. 研究活動の概要

1) 超電導磁石を用いた高勾配磁気分離によるリンおよび放射性重金属汚染水浄化の研究

伊藤大佐

地球温暖化防止のため原子力発電が再評価されているが、放射性廃棄物の減容化は重要な課題である。また湖沼や湾のリン等による富栄養化も解決しなければならない環境問題である。鉄酸化水酸化硫酸塩シュベルトマナイトおよび層状複水酸化物ハイドロタルサイト吸着剤と10テスラ超電導磁石を用いた高勾配磁気分離により、ウランやラジウムなどの放射性重金属およびリン汚染水の浄化の研究を実施し、シュベルトマナイト吸着剤によりリン汚染水および人形峠で採取したウラン汚染水の浄化に成功した。

2) 半絶縁性窒化ガリウム結晶中の深い準位と高抵抗化メカニズムに関する研究

奥村次徳

窒化ガリウム(GaN)は、絶縁破壊耐圧性に優れ、高い電子飽和速度をもつことからシリコンやヒ化ガリウムに代わる次世代電子デバイス材料として期待されている。次世代情報通信網に対応可能な高周波回路や電気自動車の電源回路などへの応用に向け、高電子移動度トランジスタ(HEMT)の研究開発が活発に行なわれている。しかしながら、GaN系HEMTには電流コラプスと呼ばれる問題がある。その原因としては、ソース-ドレイン間の表面状態と下地の半絶縁性GaN層中の深い準位の2つが考えられている。前者については技術的に解決されつつあるが、後者に関しては未だ明らかになっていないのが現状である。本研究では、半絶縁性GaN結晶上に評価用デバイスを作製し、高電界領域における電流-電圧特性評価、温度依存性評価、光学的評価を行なった。これらの結果から、そのGaNの高抵抗化に関与していると考えられる深い準位の起源とその濃度などについて検討した。

3) 自己場によって弱められた電子のクーロンポテンシャル

笹部 薫

核融合実現のための最大の障害はクーロン斥力である。このクーロンポテンシャルが荷電粒子の自己場によって、ある領域では弱くなることを指摘した。

4) 半導体ドライエッチングプロセスのためのアルゴン高速原子ビーム源の評価

須原理彦

半導体デバイスのドライエッチング、とりわけ化合物半導体量子効果デバイス用の微細メサエッチングプロセスへの適用を目指して、サドルフィールド型アルゴン高速原子ビーム源の評価を行った。高速ビームの中性化率は90%程度が得られ、動作条件に対する依存性、残

留イオンのエネルギー分布を明らかにした。本プロセスを GaInP/GaAs 共鳴トンネルダイオード作製プロセスに適用し、歩留まりよく良好なデバイス特性が得られることを確認した。

5) 半導体デバイスと集積したモノリシック集積アンテナの超広帯域放射特性解析

須原理彦

次世代の無線通信帯域であるテラヘルツ領域におけるデバイスの超広帯域化を目指して、半導体デバイスとオンチップアンテナとのモノリシック集積・統合設計指針に関する研究を行った。具体的には有限サイズの自己補対アンテナと半導体メサを集積した幾何学構造が、放射特性に与える影響を解明し、テラヘルツ帯域における設計指針を示した。

6) 超広帯域・高Q値モノリシックアクティブインダクタの提案と解析

須原理彦

現在のマイクロ波集積回路に用いられている金属薄膜による平面型スパイラルインダクタは、自己共振周波数やQ値が幾何学形状による寄生容量や伝導損失、渦電流損失により制限されている点やサイズ縮小設計が難しいことがミリ波帯以上の高周波対応への問題となる。ここでは、サブミリ波まで動作可能な能動素子による新規集積設計による超広帯域・高Qアクティブインダクタを提案し実現可能性を解析した。具体的には微分負性抵抗特性を示す共鳴トンネルダイオードと高移動度FETの集積設計を検討した。

7) n型窒化ガリウムにおけるプラズマ照射誘起欠陥の回復手法に関する研究

中村成志

窒化ガリウム(GaN)は次世代高出力・高周波デバイス用の材料として期待されている。しかしながら、デバイス作製に用いられているドライエッチングや薄膜形成などのプラズマプロセスによるデバイス特性劣化が問題となっている。そこで、本研究では、プラズマ照射誘起欠陥に着目し、n形GaNの電気特性評価を中心に欠陥の基礎物性と発生機構の検討を行った。プラズマ雰囲気との比較から、n形GaN中のドナーが窒素抜けに起因した真性点欠陥により不活性化されることが分かった。また、紫外光照射を行うことで、室温という低温下でもドナーの再活性化が可能であることを示した。

8) ナノ組織制御による123系酸化物超伝導体 Coated Conductor の高性能化

三浦大介

第二世代の酸化物超伝導材料と目される高臨界電流密度を有する $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$ 薄膜を BaF_2 プロセスによる ex-situ 法により作製し、特性向上を目指した。プロセスの最適化を図るため、酸素分圧、膜厚、昇温速度、前処理条件等を変化させ、その超伝導特性の評価を行った。プロセスの最適化により 77.3 K における J_c が $2.1MA/cm^2$ を超える高い値を得た。 J_c は特性磁場 B^* 以下でプラトーな領域を持っており、シングルポルテックスピンニングに対応

していた。磁束ピンニング特性と薄膜の微視構造との関係について議論し、転位等の天然欠陥が有効なピンニング点となっていることが明らかになった。

また昨年度開発した臨界電流の磁場及び角度依存性測定システムを用い、コラム状 APC を導入した膜厚がミクロンレベルの YBCO Coated Conductor の特性を評価した。Jc-B 特性および Jc- θ 特性の結果は、YBCO 多層膜の試料に一次元コラムナール欠陥がうまく導入されていることを示した。また B//c の付近で Jc が幅広いピークを示す理由を磁束ピンニング機構に基づいて解析した。一方、単層の試料では磁場中の Jc の低下が大きく、磁場角度依存性はほとんど見られなかった。これは厚膜化により結晶配向が乱れた為だと考えられる。

9) パウダーインチューブ法を用いた MgB₂ 超伝導テープの高臨界電流密度化

三浦大介

二段階熱処理を施した In-situ パウダーインチューブ法により組成比を変化させた MgB₂ 超伝導テープ線材を作製した。B リッチ側に組成をずらすことによりストイキオメトリーの試料より臨界電流密度の磁場依存性が系統的に大きく向上した。最大の Jc は Mg:B = 26 : 74 の組成で得られ、20 K 自己磁場中で 1.8×10^5 A/cm², 20 K の 3 T 中で 8.4×10^2 A/cm² であった。組織観察や磁束ピン止め力の実験と解析により、この原因は結晶粒径の微細化による磁束ピン止め密度の増加、及び残留 B や非超伝導層の MgB₄ が結晶粒界を汚したことによるグレインバウンダリーピンの向上によることが示唆された。

2 . 研究業績

【 論文 】

S. Nakamura, Y. Ikadai, M. Suda, M. Suhara, T. Okumura, “ Photo-enhanced reactivation of Si donors deactivated by plasma-induced defects in n-type GaN ” , *physica status solidi (c)* , accepted for publication 2007

M. Suhara, N. Matsuzaka, M. Fukumitsu, T. Okumura, Characterization of Argon Fast Atom Beam Source and Application to Mesa Etching Process for GaInP/GaAs Triple-Barrier Resonant Tunneling Diodes, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.45, No.6B, pp.5504-5508, 2006

P. Mele , K. Matsumoto, T. Horide , O. Miura, A. Ichinose, M. Mukaida , Y. Yoshida and S. Horii, “Critical current enhancement in PLD $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ films using artificial pinning centers”, *Physica C: Superconductivity*, Volumes 445-448, 1 October 2006, Pages 648-651

R. Kita, T. Naito, A. Shiraishi, K. Oidaira, T. Nakamura, O. Miura, K. Matsumoto, Y. Yoshida, M. Mukaida, S. Horii and A. Ichinose, “ Effect of Ta_2O_5 addition on the superconducting properties of $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ ” , *Physica C: Superconductivity*, Volumes 445-448, 1 October 2006, Pages 391-394

K. Yokoyama, R. Kita, A. Ichinose, O. Miura, K. Matsumoto, Y. Yoshida, M. Mukaida, S. Horii, “ SUPERCONDUCTING PROPERTIES OF $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (RE=Y and Gd) FILMS PREPARED BY THE BaF_2 PROCESS ” , *Physica C: Superconductivity*, Volumes 445-448, 1 October 2006, Pages 587-589

Osuke Miura, Atsuhiko Saeki, Hiroshi Tomioka, Daisuke Ito, Naoyuki Harada, “Effect of two-stage heat treatment on superconducting properties for In-situ MgB_{2+x} tapes using Mg flakes”
Applied Superconductivity Conference, Seattle, USA Aug. 27-Sept. 1, 2006, to be appeared on *IEEE Trans. on Applied Supercond.* (2007)

【 国際会議 】

S. Sasabe, “ Possibility of Coulomb Potential, ” Proceedings of the 7th Meeting of Japan CF Reserch Society, April 2006, Kagoshima Univ. Japan.

S. Nakamura, Y. Ikadai, M. Suda, M. Suhara, T. Okumura, “ Photo-enhanced reactivation of

Si donors deactivated by plasma-induced defects in n-type GaN ” , International Workshop on Nitride Semiconductors 2006

S. Nakamura, M. Suda, M. Suhara, T. Okumura, “ Defect Formation in GaN introduced during Plasma Processing ” , 2006 International Conference on Compound Semiconductor Manufacturing Technology

S. Nakamura, M. Suda, M. Suhara, T. Okumura, “ Bias Annealing Behavior of Plasma-Induced Defects in n-GaN Exposed to Plasma ” , 2006 International Conference on Compound Semiconductor Manufacturing Technology

M. Suhara, H. Horie, T. Okumura, “ A Proposal of Broadband High-Q Monolithic Active Inductors by Using Resonant Tunneling Diodes ” , Digest in IEEE Device Research Conference, pp.59-60, 2006

H. Tomioka, M. Suhara, T. Okumura, “ Effects of Geometrical Structures on Broadband Characteristics in Finite-Sized On-Chip Self-Complementary Antennas ” , 2006 Asia-Pacific Workshop of Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices, 9B-1, pp.281-284, 2006

Osuke Miura, Atsuhiko Saeki, Hiroshi Tomioka, Daisuke Ito, Naoyuki Harada, “Flux pinning properties of B-rich and SiC doped MgB₂ tapes prepared by in-situ PIT two-stage heat treatment process,” 19th International Symposium on Superconductivity, Nagoya, Japan Oct.30-Nov. 1, 2006, to be appeared on Physica C (2007)

R. Kita, A. Anma, T. Nakamura, A. Ichinose, O. Miura, K. Matsumoto, Y. Yoshida, M. Mukaida, S. Hori, “Growth of GdBa₂Cu₃O_y films prepared by BaF₂ process without water vapor,” 19th International Symposium on Superconductivity, Nagoya, Japan Oct.30-Nov. 1, 2006, to be appeared on Physica C (2007)

T. Nakamura, R. Kita, O. Miura, Ichinose, K. Matsumoto, Y. Yoshida, M. Mukaida, S. Hori, “ Fabrication of GdBa₂Cu₃O_y films by metal-organic deposition using metal naphthenates,” 19th International Symposium on Superconductivity, Nagoya, Japan Oct.30-Nov. 1, 2006, to be appeared on Physica C (2007)

【 研究会 , 大会 , 委員会 】

加藤聡、三浦大介、伊藤大佐、他、「シュベルトマナイト吸着材と高勾配磁気分離によるウラン汚染水浄化の研究」、第74回2006年度春季低温工学・超電導学会講演概要集 p. 34、2006年5月

加藤聡、三浦大介、伊藤大佐、他、「シュベルトマナイト吸着材と高勾配磁気分離によるウラン汚染水の浄化」、第1回日本磁気科学会年次大会要旨集、p. 49、2006年11月

馬場公一、中村成志、須原理彦、奥村次徳、「半絶縁性 GaN 結晶の室温電気特性における測定前処理の影響」、平成19年春季第54回応用物理学関係連合講演会、No.27a-Y-6、p.368

筏井悠希、中村成志、須原理彦、奥村次徳、「フォトレジストパターン形成後の GaN 表面の洗浄処理方法の検討」、平成19年春季第54回応用物理学関係連合講演会、No.29a-ZL-1、p.394

筏井悠希、須田将之、中村成志、須原理彦、奥村次徳、「n型窒化ガリウムにおけるプラズマ誘起欠陥」、第25回電子材料シンポジウム

松坂則彦、須原理彦、松浦永悟、奥村次徳、「ドライエッチング用アルゴン高速原子ビーム源の残留イオン分析と中性化率評価」、電子情報通信学会電子デバイス研究会技術報告、Vol.106, No.93, pp.57-62, 2006

富岡紘斗、須原理彦、奥村次徳、「THz帯オンチップ集積型自己補対アンテナの特性解析」、電子情報通信学会電子デバイス研究会技術報告、Vol.106, No.403, pp.29-34, 2006

朝岡直哉、須原理彦、奥村次徳、「3重障壁共鳴トンネルダイオードのデバイス物理を反映したSPICEモデリング」、電子情報通信学会電子デバイス研究会技術報告、Vol.106, No.520, pp.1-6, 2007

富岡紘斗、須原理彦、奥村次徳、「GaAs 基板上微小自己補対アンテナのTHz帯放射特性の解析」、2006年電子情報通信学会ソサエティ大会講演論文集、C-10-4, 2006

清水暁人、須原理彦、奥村次徳、「スプリットリング/ダブルスタブ共振構造を集積した伝送線路の近傍電磁界測定」、2006年電子情報通信学会ソサエティ大会講演論文集、CB-1-58, 2006

富岡紘斗、須原理彦、奥村次徳、「半導体基板上自己補対アンテナの給電構造が広帯域特性に及ぼす影響の理論解析」、2006年電子情報通信学会総合大会講演論文集、C-10-9, 2007

笹部 薫, “Possibility of Coulomb Potential”, 第7回固体内核反応研究会

佐伯敦浩、富岡寛、三浦大介、伊藤大佐、原田直幸、「Mg フレークを用いた In-situ 法 MgB₂ テープ線材の特性(3)」 2006 年度春季低温工学超電導学会

渡瀬貴士、三浦大介、伊藤大佐、喜多隆介、松本要、吉田隆、一瀬中、向田昌志、堀井滋、「BaF₂ 含有前駆体薄膜の水蒸気を導入しないポストアニーリングによる Gd₁₋₂₋₃ 薄膜の高臨界電流密度特性」

2006 年度春季低温工学超電導学会

井原一高、白石荘志、松下祐貴、三浦大介、渡辺恒雄、「担磁メソポーラスカーボンを用いた溶存有機物の磁気分離」 2006 年度春季低温工学超電導学会

佐伯敦浩、富岡寛、三浦大介、伊藤大佐、原田直幸、「Mg フレークを用いた In-situ 法 MgB₂ テープ線材の特性(4)」 2006 年度秋季低温工学超電導学会

一瀬中、喜多隆介、三浦大介、松本要、吉田隆、堀井滋、向田昌志、「水蒸気を導入しない BaF₂ プロセスにより作製した GdBa₂Cu₃O_y 超電導膜の微細構造」 2006 年春季応用物理学学会

横山浩一、喜多隆介、一瀬中、三浦大介、吉田隆、松本要、向田昌志、堀井滋、「水蒸気を導入しない BaF₂ プロセスによる高 J_c-GdBa₂Cu₃O_y 薄膜の作製」 2006 年春季応用物理学学会

中村達徳、横山浩一、喜多隆介、三浦大介、松本要、吉田隆、向田昌志、堀井滋、一瀬中、「金属ナフテン酸塩を用いた MOD 法による GdBa₂Cu₃O_y 薄膜の作製及び評価」 2006 年春季応用物理学学会

松下祐貴、三浦大介、渡辺恒雄、井原一高、白石荘志、島田恵理子、「難分解性溶存有機物に対する選択吸着性磁化メソポーラスカーボンの生成」 2006 年春季応用物理学学会

中村達徳、喜多隆介、三浦大介、一瀬中、松本要、吉田隆、向田昌志、堀井滋、「MOD 法による GdBCO 膜作製における仮焼条件の検討」 2006 年度秋季応用物理学学会

老平圭吾、喜多隆介、一瀬中、三浦大介、吉田隆、松本要、向田昌志、堀井滋、「金属オクチル酸塩を用いた MOD 法による REBCO 膜の作製」 2006 年度秋季応用物理学学会

安間章人、喜多隆介、一瀬中、三浦大介、吉田隆、松本要、向田昌志、堀井滋、「BaF₂ プロセスにより作製した GdBCO 膜の厚膜化の検討」 2006 年度秋季応用物理学学会

【 著書 】

大木義路，石原好之，奥村次徳，山野芳昭（共著），「電気電子材料 - 基礎から試験法まで - 」，電気学会，2006

佐野芳明，奥村次徳（監修，分担執筆），「高周波半導体材料・デバイスの新展開」，シーエムシー出版，2006

木村忠正，八百隆文，奥村次徳，豊田太郎（編集，分担執筆），「電子材料ハンドブック」，朝倉書店，2007

【 特許 】

特願(2006/10/17) 須原理彦，清水暁人「3次元無線配線 IC 回路」