

電気電子工学 2005 年度年次報告書

(その2 : 活動状況と研究実績)

2006 年 7 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 17 年度 (2005 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) UHF 帯水晶振動子の結合振動に対する粘性損失の影響

関本 仁

圧電弾性バルク波を利用した UHF 帯水晶振動子では、主要振動にスプリアス振動が強く結合していても単 1 共振特性として観測されるという特異な現象が生じる。本年度の研究では、その 1 つの原因が水晶の有限 Q 値によるものであること、またこの現象が数値シミュレーションに水晶の粘性定数を導入することによって説明可能であることを明らかにした。

2) 生体電磁環境に関する研究

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開発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。
- 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。
- c. 誘導加熱調理器によって人体に誘導される組織内電流密度の数値解析により評価した。
- d. 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、ラットのメラトニン分泌への影響、ENU 投与ラットの脳腫瘍に対する促進作用の検討などさまざまな研究を行った。
- e. 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。
- f. 通話条件による携帯電話からの電波の出力変化について測定するための小型のドシメータを開発した。

3) 騒音の能動制御

多氣昌生

能動的な手段による騒音の制御に関する研究として、トランス等から発生する騒音の抑制を目的として、超磁歪素子をアクチュエータとしたアクティブ制御についての基礎検討を行った。超磁歪素子により騒音の伝播媒体となる壁面を直接に駆動することにより、従来のスピーカーを 2 次音源として使用する場合に比較して、より有効な制御が可能であることが示唆された。

4) 最良解情報を用いた自律適応型 Particle Swarm Optimization

安田恵一郎

Particle Swarm Optimization (PSO) を始めとする発見的手法の多くは、アルゴリズム内に調整すべきいくつかのパラメータを有しており、これらのパラメータ設定の自由度を適切に利用することで幅広い問題を効率的に解いているが、工学的応用を踏まえれば、パラメータ設定は解くべき問題に応じて、アルゴリズム内で自律的・適応的に調整されることが望ましい。しかしながら、PSO のパラメータ設定に関する研究は、パラメータ固定型、スケジューリング的調整則、反動的調整則に関する研究が主として行われてきており、適応的調整則に関する研究や自律適応的調整則に関する研究は十分ではないのが現状である。本研究では、まず PSO における最良解の更新頻度とパラメータ設定における定性的関係を、ベンチマーク問題を用いた数値実験により明らかにした。そして、最良解更新頻度が高いエージェントのパラメータ値に漸近するように個々のエージェントのパラメータを適応的に調整する自律適応型 PSO アルゴリズムを構築した。典型的なベンチマーク問題である $2n$ minima 関数および Griewank 関数（それぞれ 10 次元から 100 次元）を用いて提案するアルゴリズムと代表的な PSO と比較した結果、最良解更新頻度、および最終的に得られた最良解も提案アルゴリズムが最も優れていることを検証した。

5) 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い、以下の成果を得た。

(1) 負荷状態にも発電状態にもなり得る需要家を統計力学におけるイジングスピンの基づいてモデル化することを提案し、モデルの妥当性を理論的に検証し、さらにモデルが具備すべき条件の観点から考察を加えた。

(2) 超分散環境における配電ネットワークの必要性を供給信頼性の観点から検証し、各々の需要家がランダムに振る舞う場合においては、分散型電源の設備率が 50% を 1.5% 程度超えるだけで、エネルギーシステム全体としての供給不足確率をほぼ 0 にすることが可能であることを明らかにした。

(3) 需要家近傍の需要家グループの状態（発電状態か負荷状態）情報を集め、発電状態が優勢ならば負荷状態に、負荷状態が優勢ならば発電状態になるように需要家自身の状態を更新または維持する更新規則により、超分散エネルギーシステムを自律分散的に需給平衡状態に移行・維持できる可能性を示した。

6) 圧電デバイス面内変位分布の絶対測定に関する研究

渡部泰明

レーザスペckル法は、圧電振動デバイスの振動モード可視化法として、高速かつ簡易な測定システムである。ここでは、高速変調レーザを用いた面内振動絶対変位の測定法を検討した。提案した推定法による測定値の検証には、外部加振した試験振動片を用いた校正システムを適用し、 $\pm 20\text{nm}$ で面内変位の測定が可能であることを確認した。

7) Cs 原子周波数標準の小型化

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) 倒立振子モデルに基づく速度追従型 2 足歩行制御法

相馬隆郎

PD 制御を用いて人間の歩行規則を模倣するタイプのロボットの歩行制御法を提案した。これは人が歩行時に行っていると思われる制御規則を PD 制御を用いて表現し、その出力に応じて支持脚の伸長力及び遊脚の接地目標の決定を行うものである。

今回提案した手法では歩行計画、歩行シーケンスといった手続き的な処理は用いず、各時点におけるロボットの状態に応じて次の動作指示を行っており、これにより柔軟性のある歩行を実現した。

9) バイメサ水晶振動子の大きな段差量におけるモード間結合量

五箇 繁善

水晶振動子の特性改善に有効なバイメサ構造は、メサ段差量を変化させると不要なモード間結合量を低減できる。解析結果からは、段差を大きくしていくと次第に減少し周期的にいくつかの極小値が存在する。段差量が大きい極小値では、2次元解析では考慮できない X-Z' に起因する輪郭振動の結合が予想されるため、実験的に振動子の特性評価を行う必要があった。そこで本研究では、大きな段差量を有する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。段差量が板厚に対して 0 ~ 50 % のバイメサ試料を作成した結果から、解析結果の有効性を示し、加えて段差の大きな領域におけるメサ構造にはメリットが少ないことが明らかにした。

10) 3次元リアルタイム温度分布可視化法の開発とその応用

鈴木敬久

マイクロカプセル化された感温液晶を用いた3次元リアルタイム温度分布可視化手法を開発した。この手法は非破壊、非侵襲で物体内の温度分布をリアルタイムに測定出来る特徴をもつ

ている。本研究ではこの特徴を生かし、この手法を高周波電磁界曝露に関する生体の曝露評価や宇宙環境における高エネルギー荷電粒子線照射時の絶縁体の信頼性評価などに適用した。

1 1) 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。

1 2) 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。

1 3) 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。今年度、V・UHF帯からマイクロ波帯において、新たに200MHz, 2.4GHzおよび5.6GHz帯の共振器を作成し、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。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について検討を行った。

2 . 研究業績

【 論文 】

H. Sekimoto, Y. Onozaki, S. Goka, and Y. Watanabe, "Influence of Viscosity Loss on Coupled Vibrations of UHF AT-Cut Quartz Plates ,"Jpn. J. Appl. Phys., vol. 44, pp.4516-4519, 2005.

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," Mutat Res., vol.10, no. 587(1-2), pp.114-119, 2005

J. Wang, T. Sakurai, S.Koyama, Y. Komatsubara, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effects of 2450 MHz electromagnetic fields with a wide range of SARs on methylcholanthrene-induced transformation in C3H10T1/2 cells," J. Radiat. Res., vol.46, pp.351-361, 2005

T. Sonoda, R. Tokunaga, K. Seto, Y. Suzuki, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, "Electromagnetic and thermal dosimetry of a cylindrical waveguide-type in vitro exposure apparatus," IEICE Trans. Commun., vol.E88, no.8, pp.3294-3299, 2005

K. Hata, H. Yamaguchi, G. Tsurita, S. Watanabe, K.. Wake, M. Taki, S. Ueno, H. Nagawa, "Short Term Exposure to 1439 MHz Pulsed TDMA Field Does Not Alter Melatonin Synthesis in Rats," Bioelectromagnetics vol. 26, pp.49-53, 2005

T.Shirai, M. Kawabe, T. Ichihara, O. Fujiwara, M.Taki, S. Watanabe, "Chronic Exposure to a 1.439 GHz Electromagnetic Field Used for Cellular Phones Does not Promote N-EthylNitrosourea Induced Central Nervous System Tumors in F344 Rats," Bioelectromagnetics, vol.26, pp.59-68, 2005

鈴木敬久 , 多氣昌生 , 誘導加熱調理器近傍の加熱周波数磁界の測定と人体誘導電流推定, 電気学会論文誌 , 基礎・材料・共通部門誌 , Vol.A-125, No.5, pp.427-433. 2005

Y. Komatsubara, H. Hirose, T. Sakurai, S. Koyama, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effects of 2.45GHz electromagnetic fields with a wide ange of SARs on DNA damage in MO54 cells," Euro. Biol. and Bioelectromagnetics, vol. 1, pp.148-170, 2005

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需要家の相互作用」, 電気学会 電力・エネルギー部門誌, Vol.125-B, No.12, pp.1121-1127 (2005-12)

渡部泰明, 小峰清香, 五箇繁善, 佐藤隆幸, 関本 仁, 内田 剛

"狭帯域コルピッツ発振回路におけるキャリア近傍位相雑音の改善", 電気学会論文誌分冊 C, 2005年8月号 Vol. 125, No.8, pp.1179-1184,2005

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," Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 44, No. 6B, 2005, pp. 4440-4442

【 国際会議 】

K. Wake, M. Hanazawa, S. Watanabe, P. Pongpaibool, J. Wang, O. Fujiwara, M. Taki, "Exposure Systems and Assessment for Several Animal Experiments in Japan," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

M. Ikehata, T. Nagai, Y. Suzuki, M. Iwasaka, M. Taki, T. Koana, "Evaluation of Possible Biological Effects Complex Magnetic Fields with Static and Time-varying Components," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, "Estimation of 3D SAR Distributions from Mobile Phone Compliance Testing Data for the Local Exposure Assessment in Epidemiological Study," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

T. Sonoda, S. Hiromoto, R. Tokunaga, Y. Suzuki, K. Wake, S. Watanabe, J. Miyakoshi, M. Taki, "An in vitro Study of the Effect of 2.45-GHz Electromagnetic Fields on Expression of HSP70 in CHO-K1 Cells," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

T. Konno, M. Hanazawa, S. Watanabe, M. Taki, H. Shirai, "A Study of Warmth Sensation produced by Millimeterwave Exposure," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

Y. Suzuki, K. Wake, M. Taki, S. Watanabe, "Assessment of Current Density Induced within Human Body in the Proximity of Induction Heat Hob by Numerical Simulation," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

H. Yamashita, K. Hata, H. Yamaguchi, G. Tsurita, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, S. Ueno, H. Nagawa, "Short-term exposure to 1439-MHz TDMA signal does not have the estrogenic activity in rats," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

M. Kojima, Y. Yamashiro, M. Hanazawa, H. Sasaki, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, Y. Kamimura, K. Sasaki, "Acute Ocular Changes through 60 GHz Millimeter Wave Exposure," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

A. Ushiyama, H. Masuda, S. Hirota, H. Watanabe, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, C. Ohkubo, "Acute Effects on Blood Barrier Function Due to High Intensity RF-EMF Exposure of the Rat Brain in vivo," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

A. Hirata, S. Watanabe, M. Taki, M. Kojima, I. Hata, K. Wake, K. Sasaki, T. Shiozawa, "Thermal Computation Model of Rabbit Eye for Assessment of Ocular Effects Due to Microwave Energy," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

H. Masuda, A. Ushiyama, S. Hirota, H. Watanabe, K. Wake, S. Watanabe, Y. Yamanaka, M. Taki, C. Ohkubo, "Real-Time Measurement of Brain Microcirculation during RF-EMF Exposure Using An "8"-Shaped Loop Antenna," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

S. Koyama, Y. Isozumi, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effects of 2.45 GHz Electromagnetic Fields with a Wide Range of SARs on Micronucleus Formation in CHO-K1 Cell," 28th General Assembly of URSI (CD), 2005

Y. Suzuki, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, "Dosimetry of induced currents due to magnetic field in the proximity of induction heating hob with numerical human model," Proc. International Symposium on Antennas and Propagation 2005, pp.487-490, 2005

K. Arai, T. Nagaoka, S. Watanabe, J. Wang, O. Fujiwara, M. Taki, T. Uno, "A study on required distance between a scattering body and absorbing boundaries for large scale FDTD calculations," Proc. International Symposium on Antennas and Propagation 2005, pp.495-498, 2005

Y. Ugawa, Y. Terao, M. Nishikawa, T. Okano, S. Shirasawa, T. Furubayashi, C. Ohkubo, A. Ushiyama, H. Masuda, S. Soukejima, M. Taki, K. Wake, S. Watanabe, "Studies on Hypersensitivity to Non-Thermal radiofrequency Electromagnetic Fields in Japan," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.24-25, 2005

T. Konno, M. Hanazawa, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, H. Shirai, "Frequency Characteristics of Power Absorption and of temperature Elevation for Human Exposure to Millimeter Wave," A joint meeting of The

Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.59-60, 2005

A. Hirata, S. Watanabe, M. Taki, M. Kojima, I. Hata, K. Wake, K. Sasaki, T. Shiozawa, "A Study on Temperature Increases in Rabbit Eyes Due to 2.45-GHz Electromagnetic Wave Exposures," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.97-99, 2005

K. Arai, T. Nagaoka, S. Watanabe, J. Wang, O. Fujiwara, M. Taki, T. Uno, "Numerical Simulation of Whole-Body SAR in High-Resolution Voxel Human Models Standing on The Ground Plane," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.109-111, 2005

H. Masuda¹, A. Ushiyama, S. Hirota, H. Watanabe, K. Wake, S. Watanabe, Y. Yamanaka, M. Taki, C. Ohkubo, "Real-Time Measurement of Brain Microcirculation during RF-EMF Exposure Using an "8"-Shaped Loop Antenna," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.170-171, 2005

H. Yamashita, K. Hata, H. Yamaguchi, G. Turita, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, S. Ueno, H. Nagawa, "Short-Term Exposure to 1439-MHz TDMA Signal Does Not Have The Estrogen-Like Activity in Rats," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.178-179, 2005

M. Baba, Y. Suzuki, M. Taki, K. Fukunaga, S. Watanabe, "Three Dimensional Visualization of The Temperature Distribution in a Phantom for The Assessment of Localized Exposure to Microwaves," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.250-251, 2005

M. Hanazawa, T. Konno, R. Kumahara, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, H. Shirai, "Antenna Measurement for Millimeter-Wave Exposure Setup," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.266-268, 2005

K. Wake, P. Pongpaibool, S. Watanabe, M. Taki, Y. Ugawa, Y. Terao, M. Nishikawa, T. Okano, S. Shirasawa, T. Furubayashi, C. Ohkubo, A. Ushiyama, H. Masuda, S. Soukejima, "System of Human Exposure to Radio-Frequency Fields of Cellular Base-Station for Studies on Electromagnetic Hypersensitivity in Japan," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.308-309, 2005

J. Wang, T. Sakurai, S. Koyama, Y. Komatsubara, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effects of 2450 MHz Electromagnetic fields on Methylcholanthrene Induced Transformation in C3H10T1/2 Cells," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.309-311, 2005

T. Nagaoka, S. Watanabe, E. Kunieda, M. Taki, Y. Yamanaka, "Details of Voxel-Based Numerical Models of The Average Japanese Figure and Distribution of These Models Database," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.368-368, 2005

Y. Komatsubara, H. Hirose, T. Sakurai, S. Koyama, Y. Suzuki, M. Taki, J. Miyakoshi, "Effect of High Frequency Electromagnetic Fields (HFEMFS) with A Wide Range of SARs on DNA Damage in MO54 Cells," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.412-414, 2005

S. Koyama, T. Sakurai, Y. Suzuki, M. Taki, Y. Isozumi, J. Miyakoshi, "Effects of 2.45 GHz Electromagnetic Fields with a Wide Range of SARs on Micronucleus Formation in CHO-K1 Cells," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.414-416, 2005

M. Kojima, I. Hata, M. Hanazawa, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, Y. Kamimura, K. Sasaki, "Experimental Setup to Investigate Ocular Changes Induced by Millimeter-Wave Exposure," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.433-434, 2005

Y. Suzuki, K. Wake, M. Taki, S. Watanabe, "Numerical Dosimetry of Induced Current Densities with Japanese Adult Male and Female Models in The Proximity of Induction Heat Hob," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.482-483, 2005

K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, Y. Ugawa, Y. Terao, M. Nishikawa, T. Okano, S. Shirasawa, T. Furubayashi, C. Ohkubo, A. Ushiyama, H. Masuda, S. Soukejima. Experimental System for Studies on Prenatal Exposure of Rats to Radio-Frequency Fields of Cellular Telecommunications. A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, p.503. 2005

T. Shirai, M. Kawabe, T. Ichihara, J. Wang, O. Fujiwara, M. Taki, K. Wake, S. Watanabe, Y. Yamanaka, K. Imaida, S. Tamano, "Review of Japanese in vivo Studies on Brain Tumor Carcinogenesis of Cellular Phone," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, p.507, 2005

A. Ushiyama, H. Masuda, S. Hirota, H. Watanabe, K. Wake, S. Watanabe, M. Taki, C. Ohkubo, "Development of Real-Time Measuring System for Blood-Brain Barrier Function and Acute Effects on BBB Function by RF Exposure to Rat Brain," A joint meeting of The Bioelectromagnetics Society and The European BioElectromagnetics Association, pp.510-511, 2005

Y. Suzuki, K. Fukunaga, M. Baba, M. Taki, S. Watanabe, "Three-Dimensional Temperature Measurement with Micro-Capsulated Thermo-Chromic Liquid Crystal for Assessment of Dielectric and Insulation Materials," 2005 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, pp.609-612, 2005

Y. Suzuki, M. Taki, S. Watanabe, K. Fukunaga, "Numerical Calculation of Induced Current Densities in Human Bodies," Abstract Book of IoP Conference on Modelling, Simulation and Design of Dielectrics, pp.8, 2005

K. Yasuda and N. Iwasaki: "Velocity Feedback Adaptive Particle Swarm Optimization," The 6th Metaheuristics International Conference Proceedings, pp.947-952 (Aug.2005)

Yasuaki WATANABE, Toru YAMAMOTO, Shigeyoshi GOKA and Hitoshi SEKIMOTO, "Laser-Incident Angle Optimization for Measuring In-Plane Mode Shapes in Piezoelectric Resonators with Polished Surfaces," Proc. of the 2005 IEEE International Frequency Control Symposium, 2005.

Yasuaki WATANABE, Teruyoshi TSUDA, Shigeyoshi GOKA and Hitoshi SEKIMOTO, "Absolute Measurement of In-Plane Vibrational Distributions in Piezoelectric Resonators Based on Laser Speckle Interferometry," Proc. of the 2005 IEEE International Frequency Control Symposium, 2005.

T. Sato, Y. Fukuyama, Y. Watanabe, S. Goka, H. Sekimoto, "Absolute Elasticity Estimation with a New Ultrasonic-Mechanical Device", Proceedings of the 2nd International Conference on the Ultrasonic Measurement and Imaging of Tissue Elasticity, p38, at Texas, 2005.

Hirosuke Suzuki and Toshio Kamijo, "Millimeter wave measurement of Complex Permittivity by Perturbation method using Open Resonator", IMTC-2005-Instrumentation and Measurement Technology Conference, Ottawa, Canada (2005-5)

Masami Chiba, Yusuke Watanabe, Osamu Yasuda, Toshio Kamijo, 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, 17-19 (2005-5)

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, 17-19 (2005-5)

Y.WATANABE, M.CHIBA, O.YASUDA, Y.SHIBASAKI, T.KAMIJO, Y.CHIKASHIGE, T.KON, Y.SHIMIZU, A.AMANO, Y.TAKEOKA, S.NINOMIYA, S.MORI: "Electric field strength of coherent radio emission in rock salt concerning ultra high-energy neutrino detection", International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG05)-New Horizon of Nuclear Astrophysics and Cosmology, Koshiba Hall, University of Tokyo, Tokyo (2005-11)

Masami Chiba, Yusuke Watanabe, Yasuhiro Takayama, Masatoshi Fujii, Osamu Yasuda, Fumiaki Yabuki, Yuji Shibasaki, Toshio Kamiyo, Yuichi Chikashige, Tadashi Kon, Akio Amano, Yoshito Takeoka, UTAKA SHIMIZU, Satoshi Mori, Sosuke Ninomiya, Michiaki Utsumi: "Measurement of attenuation length for UHF radio wave in natural rock salt samples concerning ultra high energy neutrino detection", International Workshop on Energy Budget in the High Energy Universe, Kashiwa, Japan (2006-2)

Yusuke Watanabe, Masami Chiba, Yasuhiro Takayama, Masatoshi Fujii, Osamu Yasuda, Fumiaki Yabuki, Yuji Shibasaki, Toshio Kamiyo, Yuichi Chikashige, Tadashi Kon, Akio Amano, Yoshito Takeoka, UTAKA SHIMIZU, Satoshi Mori, Sosuke Ninomiya, Michiaki Utsumi: "Simulation of salt neutrino detector performance for Ultra High-Energy Neutrino Detection", International Workshop on Energy Budget in the High Energy Universe, Kashiwa, Japan (2006-2)

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. pp.25-29 (2006)

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. pp.50-54 (2006)

【 研究会，大会，委員会 】

関本 仁、小野崎義久、五箇繁善、渡部泰明、「UHF 帯水晶振動子の結合振動に対する粘性損失の影響」第 25 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

関本 仁、小野崎義久、五箇繁善、渡部泰明、「UHF 帯水晶 AT 板の結合振動に対する粘性損失の影響」日本学術振興会弾性波素子技術 150 委員会・研究会, (2005/8).

関本 仁、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」東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究会「高結合圧電材料とその応用に関する研究」, (2006/02).

今野豪，熊原亮，花澤理宏，和氣加奈子，渡辺聡一，徳永類，鈴木敬久，多氣昌生，白井宏，「レンジアンテナを用いたミリ波曝露装置の開発」電子情報通信学会技術研究報告(環境電磁工学), EMCJ2004-130, pp.77-82. 2005

鈴木敬久，馬場まどか，福永香，多氣昌生，渡辺聡一，「感温液晶を用いた SAR 測定法の開発」電子情報通信学会技術研究報告(アンテナ・伝播), A・P2004-226, pp.19-24, 2005 年 2 月

三觜 健太，初山 弘行，田中 康寛，松井 康平，高田 達雄，鈴木敬久，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システムの開発」第 2 回 宇宙環境シンポジウム，pp??-??,2005 年 12 月

蕪木 大，多氣昌生，鈴木敬久，「超磁歪素子を用いたアクティブ騒音制御の可能性の検討」電子情報通信学会. 2006 年総合大会. 2006 年 3 月

佐々木謙介，鈴木敬久，多氣昌生，「誘電体媒質挿入時の電磁界 CIP 法における解法の改善」電子情報通信学会. 2006 年総合大会, 2006 年 3 月

三觜 健太，初山 弘行，田中 康寛，松井 康平，高田 達雄，鈴木敬久，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システムの開発」電気学会，平成 18 年全国大会．2006 年 3 月

安田恵一郎, 石亀篤司:「Particle Swarm Optimization の解析と適応化・ロバスト化」, 平成 18 年電気学会全国大会シンポジウム 3-S19-2 (2006-3)

津田輝喜, 渡部泰明, 石井 直, 関本 仁, " スペックル干渉を利用した圧電デバイス面内振動変位分布の高速絶対測定 ", 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予稿集, (2005/11)

渡部泰明, 津田輝喜, 石井 直, 関本 仁, " レーザスペックル法による圧電デバイス面内振動変位の絶対測定 ", 日本音響学会 2005 年秋季研究発表会講演論文集, (2005/9)

渡部泰明, 津田輝喜, 石井 直, 五箇繁善, 関本 仁, " レーザスペックル干渉を利用した面内微小振動変位の絶対測定 ", 電子情報通信学会技術研究報告, (2006/1)

五箇繁善, 間瀬祐介, 関本仁, 渡部泰明, 佐藤隆幸, 「バイメサ水晶振動子の大きな段差量におけるモード間結合量」, 第 3 4 回 E M シンポジウム講演論文集, 2005/5.

上條 敏生 千葉 雅美 天野 晶夫 竹岡 義人 近 匡 近重 悠一 清水 裕, UHF 帯における試料挿入孔封鎖型摂動共振器を用いた複素誘電率測定法, 電子情報通信学会 2005 年エレクトロニクスソサイエティ大会 (北大) C-2-44 (2005-9)

渡邊勇介, 千葉雅美, 上條敏生, 安田 修, 近重悠一, 近 匡, 清水 裕, 竹岡義人, 天野晶夫, B, 二宮壯介, 森聡史, 超高エネルギーニュートリノ検出のための電磁シャワーからの電波発生, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (大阪市大), 14pSB-8 (2005-9)

竹岡義人, 近重悠一, 近匡, 清水裕, 天野晶夫, 上條敏生, 千葉雅美, 安田修, 渡邊勇介, 超高エネルギーニュートリノ検出のための天然岩塩試料の電波減衰長データの解析, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (大阪市大), 14pSB-9 (2005-9)

森聡史, 天野晶夫, 近匡, 清水裕, 竹岡義人, 近重悠一, 二宮壯介, 上條敏生, 柴崎祐治, 高山泰弘, 千葉雅美, 藤井政俊, 安田修, 矢吹文昭, 渡邊勇介, 内海倫明: " 超高エネルギーニュートリノ検出のための天然岩塩試料の電波減衰長の測定 ", 日本物理学会 2006 年春季大会 (愛媛大学), 30aWL-73 (2006-3)

柴崎祐治, 高山泰弘, 千葉雅美, 藤井政俊, 安田修, 矢吹文昭, 上條敏生, 渡邊勇介, 森聡史, 天野晶夫, 近匡, 清水裕, 竹岡義人, 近重悠一, 二宮壯介, 内海倫明: 超高エネルギーニュートリノ検出のための、ファインマン公式を用いた岩塩中ダイポールアンテナによる電波検出, 日本物理学会 2006

年春季大会（愛媛大学）,30aWL-8 (2006-3)

渡邊勇介、千葉雅美、上條敏生、安田 修、藤井政俊、高山泰弘、矢吹文昭、柴崎祐治、近重悠一、近 匡、清水 裕、竹岡義人、天野晶夫、二宮壯介、森聡史、内海倫明: 超高エネルギーニュートリノ検出のための電磁シャワー構造関数を用いた電波発生と検出, 日本物理学会 2006 年春季大会（愛媛大学）,30aWL-9 (2006-3)

【 雑誌, 単行本等の執筆 】

玉置久, 諏訪晴彦, 安田恵一郎 共著: 「電気学会教科書シリーズ: システム最適化」オーム社 (2005-12)

宮越淳二 編著, 多氣昌生, 鈴木敬久 (第 2 章共著) 「電磁場生命科学」, 京都大学出版会, 2005 年

【 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」
科学研究費補助金（基盤研究 C）研究成果報告書 (2006-3)

電気エネルギー・電磁応用分野

1. 研究活動の概要

1) 電力市場における混雑管理方法の研究

横山隆一

日本の電力系統と卸電力市場の分析結果に基づき送電線混雑管理方法を開発した。混雑管理方法構築の目的は混雑している場所を明らかにする市場価格信号を発することにある。市場分断の方法論に即して日本の状況に合うよう改良を加え、混雑管理方法を作成した。

2) 競争的電力市場における系統運用及び需要家の信頼度評価指標と維持に関する研究

横山隆一

本研究では、競争的電力市場における電力系統の供給側及び需要家側の各々に対する新たな信頼度評価指標を提案し、この指標を用いて信頼度と経済性とのトレードオフ関係を考慮した需要家信頼度レベル設定、相対契約による需要家の電力購入量決定、分散型電源の導入容量決定、及び負荷急変や系統事故時の送電線過負荷潮流抑制が可能であることを明らかにし、提案信頼度評価指標及び信頼度維持手法をモデル系統に適用することにより、その有効性を検証した。

3) 配電系統拡張計画問題へのメタヒューリスティクス手法応用に関する研究

横山隆一

本研究では、分散型電源の設置が増加された事や近年の自由化の影響により設備投資が抑制されつつある事を踏まえ、新たな設備投資計画手法を提案する。配電系統は、地形の影響からモデルとなるような形状持つことが少なく、それぞれが異なった形状をしている。そのため、設備計画手法には柔軟性のある手法が求められると同時に、広範囲の地域を実用時間以内に解が求められている。そこで、実用時間以内で準最適な解が求めることができるメタヒューリスティクス手法を適用し、その有用性を検証した。

4) 競争環境下における利益志向型火力機補修計画手法の研究

横山隆一

電力自由化により地域の独占体制は一部改善され、電力は卸電力取引所を介した取引と相対取引による取引が可能となった。卸電力取引所が創設されたことで、電力価格は市場の動向に左右されるため、電力会社はその変動をリスクとして考慮し、電源補修計画を立てる必要がある。そこで、本研究では、電力価格変動を考慮し、利益を得る事を目的とした補修計画手法を提案する。

5) 環境要素等を考慮した風力発電プロジェクトの経済性評価に関する研究

横山隆一

近年、温暖化現象などの環境問題が注目を集めており、そのなかで風力発電は再生可能エネルギーとして期待されている。そのため、風力発電プロジェクトの評価を経済性だけでなく環境要素等も含めて評価することが重要となる。本研究では、風力発電によるCO₂削減量の算出方法として、新たに風力変動係数と導入し、より厳密な環境性を評価すると共に新たなプロジェクトの経済性評価手法を提案する。

6) 短期需要予測に基づく翌日ピーク時電力価格予測について

横山隆一

近年、電気事業において規制緩和及び自由化が世界的に進められ、我が国においても電力流通・事業間競争の活性化を狙い日本卸電力取引所が業務を開始した。しかし、シングルプライスオークション方式で決定される市場価格は、従来のコストベースによる決済価格と異なるためその変動(ボラティリティ)の増大が懸念されている。本研究では、ニューロ自己回帰モデルを用い翌日最大電力需要予測を行い、その結果を用いた翌日のピーク時電力価格を予測する手法を提案する。

7) 分散型電源導入時の信頼性と効率及び負荷の時間変動を考慮した電圧制御手法の研究

横山隆一

近年、分散型電源の増加により、配電系統において逆潮流や電圧逸脱などの問題点が指摘されている。そのため、それらの問題を解決するための手法が多く提案されているが、それらの多くはある時間断面の負荷しか考慮されておらず、負荷の時間変動を考慮した提案手法は少ない。そこで本研究では負荷の時間変動を踏まえて、信頼性と経済性を考慮した分散型電源を導入した際の電圧制御手法について研究する。

8) マイクログリッドにおける周波数制御

横山隆一

マイクログリッドにおいて、系統への連系には同期発電機の場合には直接連系であるが直流電源や高周波数交流発電の場合には商用周波数へ変換するためのインバータが不可欠である。そのため、マイクログリッドにおける分散型電源のモデリングにおいては系統電源(同期発電機)のモデリングと異なり、電源本体とインバータの組み合わせ及びそれらの協調制御を含めたモデリングが必要となる。本研究では電源本体とインバータの組み合わせ及びそれらの協調制御を含めたモデリングを行う。

9) 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た。さらに、その原理を拡張して、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する研究を進めている。

10) 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。

11) 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、複数台のインバータが同時に運転した場合の特有の電磁ノイズについて、その特長を明らかにすると共に、総合的な電磁ノイズ低減策について検討を行った。第二は、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、特にインバータ内部のノイズ伝搬について詳細な分析を行った。

12) 放電プラズマと選択接触還元法の併用による窒素酸化物の除去

朽久保文嘉, 内田 諭, 渡辺恒雄

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除去において、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除去率の相関を調査した。HC-SCRに必要な炭化水素としてC₂H₄を、また触媒としてAl₂O₃を用いた。C₂H₄を添加した模擬排ガスにプラズマ処理を行うことで、NO酸化効率の向上を確認した。また、HCHO, HCOOH, HNO₃の生成を確認し、これらを生成する反応経路について検討した。模擬排ガスがH₂Oを含まない場合、C₂H₄の添加はHO₂の生成を促し、これがNOの酸化効率向上に大きく寄与する。プラズマ/触媒併用処理において、NOよりもNO₂の方が触媒上で還元されやすいことを確認した。しかしながら、NO₂の還元反応では、N₂, CO₂, H₂Oへの変換と同時にNOへの変換も起こっている。触媒温度が500 近くまで上昇すると、C₂H₄は触媒上で分

解されるため HC-SCR 用の炭化水素として機能しなくなり, NO_x 除去効率は下降する。 C_2H_4 に比べ, プラズマ処理での生成物である HCHO や HCOOH は触媒上で低温域でも容易に反応することを確認した。この結果は, 触媒の特に低温域で, HCHO や HCOOH が NO_x の還元に寄与することを示唆する。

1 3) 水面を電極としたグロー放電の形成と廃水処理への適用

朽久保文嘉, 内田 諭

強い酸化力を有する OH ラジカルの反応性を利用した廃水処理を目的として, 水蒸気圧付近の気圧において, 直流, 低周波(100 kHz), または高周波(13.56 MHz)グロー放電を水面上に発生させた。水面上での低気圧グロー放電の発生は, 水面近傍での均一な OH ラジカル生成という点で強い利点を有する。高周波電力を印加したとき, 安定で均一なグロー放電が得られた。水面近傍での OH ラジカルの生成を確認するために, $\text{OH}(A^2\Sigma^+ \rightarrow X^2\Pi)$ の空間分解計測を行った。また, $\text{OH}(A^2\Sigma^+ \rightarrow X^2\Pi)$ の発光強度が, 投入電力にほぼ比例して増加することを確認した。難分解性物質の分解除去として, 水上高周波グロー放電による RNO (N, N-dimethyl-p-nitrosoaniline)溶液の脱色を行なった。OH ラジカルが直接に脱色に作用すること, 溶液の拡散が反応を律速することを明らかにした。

1 4) 高周波励起容量結合型マイクロプラズマの基礎特性に関する研究

朽久保文嘉, 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, 様々な応用が期待される。本研究では, 高周波電圧印加により発生する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, 放電開始電圧や放電形態に対する電源周波数(主として RF 域)の影響について電極形状や電極間隔, ガス圧力をパラメータとして精査し, pd 積(圧力×電極間距離)に対する放電開始電圧, 放電形態などの諸特性を明らかにした。また, 高周波電圧の利用によって低電圧で安定したプラズマ生成が可能であること, 特に, 金属電極においても, アークへ転移することなく安定した放電が得られることを明らかにした。シミュレーションは, 共面電極型誘電体バリア放電に関し, 電圧印加から放電開始に至る物理的過程を詳細に示すとともに, ギャップ距離や電極幅がマイクロプラズマの特性に与える影響を明らかにした。高周波励起マイクロプラズマは高プラズマ密度であるが故に, ジュール加熱によるガス温度上昇や流れの発生が実際には発生するものと考えられる。したがって, ガスダイナミクスとプラズマダイナミクスを連立したシミュレーションコードを開発し, マイクロプラズマによるガス温度上昇やガス流れの評価も行なった。

1 5) 大気圧グロー放電の生成におけるペニング電離効果の影響

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。具体的には、誘電体バリア放電型アルゴン高気圧グロー放電に対して、レーザー吸収法による準安定原子密度の評価、及び、同条件での放電シミュレーションによる放電パラメータの評価を行なっている。アルゴンに微量のエチレンを加え、高気圧グロー放電形成に対するペニング効果について検討した。実験より、エチレン添加によるフィラメント放電の消失、放電電流の増加、グロー放電実現の高気圧化を確認した。また、半導体レーザーを用いたレーザー吸収法により、 $\text{Ar}(1s_5)$ 密度の時分解計測を行った。放電中心部での $\text{Ar}(1s_5)$ の密度は 10^{10}cm^{-3} 程度であり、エチレン添加は $\text{Ar}(1s_5)$ の減衰を促進した。また、 $\text{Ar}(1s_5)$ とエチレンの反応速度を $1.2 \times 10^{-10} \text{cm}^3\text{s}^{-1}$ 程度と導出した。放電シミュレーションより、純アルゴン放電では放電維持に直接電離が支配的であるのに対し、エチレンを添加した放電ではペニング電離が支配的となることを確認した。

16) 高周波励起マイクロプラズマの基礎特性解析

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高周波励起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。さらに、古典的放電理論から放電開始電圧の臨界周波数を導出した。その値は本解析における数値結果とほぼ一致した。

17) 誘電泳動による細菌の高速検出

内田 諭

悪性細菌による集団食中毒や院内感染の急増は現代社会において最も深刻な問題の一つとなっている。そのため、感染の未然防止を目的とした細菌の常時モニタリングが検討されている。しかしながら、高速検出性と細菌選択性を兼ね備えた有効な手法は、現在のところ確立されていない。そこで本研究では、誘電泳動による菌濃縮セルを作成し、インピーダンス計測による細菌のモニタリングシステムを検証した。界面親和剤の使用により、セルに対する残留付着物を大幅に低減できた。流量レートや駆動周波数を適切に調節することにより、大腸菌が高速に検出された。また、印可電圧の急激な変化から菌特有の泳動時定数が導出された。

18) パワーエレクトロニクスによる電気機器制御に関する研究

大里正人

HID（高輝度ディスチャージ）ランプ点灯回路に関する研究を実施した。高効率、長寿命で演色性のよいHIDランプを、高周波で安定的に点灯させるバラストについて、研究を行った。シミュレーションと実験において、昇圧回路を用いた回路を検討した。本提案回路は、従来方式では必要であるイグナイタ回路が不要となる利点がある。今後の課題として、回路定数の最適化、正規化が挙げられる。

19) 新型サーフェスマータに関する研究

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、近年 FA 等で様々に利用されてきている。リニアモータは一方向の動作であるが、2次元の平面駆動が直接得られるものにサーフェスマータがある。従来のサーフェスマ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、可動子を永久磁石、固定子側を電磁石で構成し平面的に自由に動く新型サーフェスマ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、良好な推力特性が得られた。また現在、ハルバッハ型永久磁石を用いた可動子の検討も行っている。一方、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。現在、駆動方法の検討およびその特性の測定を行っている。

2 . 研究業績

【 論文 】

R. Li, L. Chen, R. Yokoyama, Economic Signals Based on Sensitivity Analyses with Voltage Stability Constraints WSEAS Transactions on Power Systems, Volume 1, Issue 3, Pages 603-612, Mar. 2006

Rui Li, Luonan Chen, Ryuichi Yokoyama, Valuation of the Cost of Transmission Losses Considering Wheeling Routes, WSEAS Transaction on Power System, Volume 1, Issue 1, pp.3-10, January 2006

S. Niioka, S. Itakura, R. Yokoyama, Evaluation for on-site generator installation focusing on the customer side reliability. WSEAS Transactions on Power Systems Issue 5, Volume 1, 810-816, 2006

Satoru Niioka, Seiichi Itakura, Ryuichi Yokoyama, “ Power System Supply Reliability Evaluation Scheme under Competitive Market Condition”, WSEAS Transaction on Power System, Volume 2, Issue 1, pp.582-589, February 2006

Junjiro Sugimoto, Yoh Tsukamoto, Yohei Tani, Ryuichi Yokoyama, “Coordinated Allocation and Control of Voltage Regulators Based on Reactive Tabu Search for Distribution system”, WSEAS Transaction on Power System, Volume 2, Issue 1, pp.466-473, February 2006

M. Marmioli, R. Yokohama “Novel Continuous Auction Algorithm with Congestion Management for the Japanese Electricity Forward Market” Journal of Electric Engineering and Technologies, Vol. 1, No.1 pp 1-7, March 2006

梶原正信, 藤田吾郎, 横山隆一, 白井五郎, 小柳薫, 舟橋俊久, 「電力系統への可視化手法の適用」, 電気学会電力, エネルギー部門誌(B), Vol.125, No.4, pp.350-356 (2005-4)

新岡聡, 横山隆一, 需要家側の信頼度を考慮した相対契約電力購入量決定の一手法, 電気学会電力, エネルギー部門誌(B) Volume 125, Number 6, 575-584 2005

C.Liu, R.Yokoyama, M.Ishimaru, K.Koyanagi, “ Optimal Design and Allocation of Power System Stabilizers for Inter-area Oscillations in Western Japanese Power System ” , the Journal of the Institute of Electrical Installation Engineers of Japan (電気設備学会), pp.648-657, August 2005.

Junjiro Sugimoto, Ryuichi Yokoyama, “Profit-based Thermal Unit Maintenance Scheduling under Price

Volatility by Reactive Tabu Search”, KIEE International Transactions on Power Engineering, Vol.5-A, No.4, pp.331-338, 2005

Rui Li, Luonan Chen, Ryuichi Yokoyama, “Pricing for load and wheeling charge considering transmission paths in deregulated power markets”, Electrical Power and Energy Systems, Volume27, Issue 7, pp.496-505, 2005

和田圭二、石塚哲也、清水敏久、「AC モジュール方式系統連系インバータシステムの伝導ノイズとその抑制法」、電気学会論文誌、D-125 巻、10 号、pp.911-918、(2005 年 10 月)

津野康一、清水敏久、「単相電圧型 PWM 整流器におけるパワーデカップリング特性の比較」、電気学会論文誌、D-126 巻、1 号、pp.64-73、(2006 年 1 月)

萩原 誠, 和田圭二, 藤田英明, 赤木泰文, 「線間 21 レベル自励式 BTB システムの一線地絡時における過渡特性 - 200V 20kW ミニモデルによる実験的検討 - 」,電気学会論文誌 D ,vol. 126, no. 3, pp. 352-359, 2006 年 3 月

【 国際会議 】

J.Sugimoto, R.Yokoyama, Y.Fukuyama, “Profit-based Thermal Unit Maintenance Scheduling under Price Volatility in Competitive Environment”, IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control (ISC2005), Cambridge, USA, October 31-November 2, 2005

J.Sugimoto, R.Yokoyama, Y.Fukuyama, V.V.R.Silva, H.Sasaki, “Coordinated Allocation and Control of Voltage Regulators based on Reactive Tabu Search”, 2005 IEEE St.Petersburg PowerTech, St.Petersburg, Russia, June 27-30, 2005

T.Utsumi, J.Sugimoto, R.Yokoyama, T.Nimura, “POSSIBILITY FORECASTING OF VOLTAGE DEVIATIONS BASED ONFUZZY-NEURO AUTOREGRESSIVE MODEL”, IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control (ISC2005), Cambridge, USA, October 31-November 2, 2005

H.Tajima, J.Sugimoto, R.Yokoyama, “Profit and Cost based Thermal Unit Maintenance Scheduling under Price Volatility”, 2005 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibition : Asia and Pacific, Dalian, China, August 14-18, 2005

J.Sugimoto, Y.Tsukamoto, Y.Tani, R.Yokoyama, “Coordinated Allocation and Control of Voltage Regulators

at the Minimum Cost Based on Reactive Tabu Search” Proc. of the 5th WSEAS/IASME Int. Conf. On Electric Power Systems, High Voltages, Electric Machines, Tenerife, Spain, December 16-18, 2005(pp.625-631)

A. Nakamura, T. Ono, G. Fujita, R. Yokoyama, K. Koyanagi, T. Funabashi, ‘Doubly-Fed Rotary Frequency Converter for Power Supply and Demand Control’, International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2005), No.265, (2005-9, Cork Institute of Technology, Ireland)

M. Matsubara, G. Fujita, T. Shinji, T. Sekine, A. Akisawa, T. Kashiwagi, R. Yokoyama, ‘Supply and Demand Control of Dispersed Type Power Sources in Micro Grid’, Intelligent System Appreciation to Power Systems 2005 (ISAP 2005), No.10 (2005-11, Washington, USA)

K. Hasegawa, G. Shirai, T. Ono, G. Fujita, K. Konayagi, T. Funahashi, R. Yokoyama, ‘Contribution of Power Electronics for Load Frequency Control of Interconnected Power System’, Intelligent System Appreciation to Power Systems 2005 (ISAP 2005), No.56 (2005-11, Washington, USA)

Y. Takemoto, G. Fujita, K. Hasegawa, K. Koyanagi, T. Funabashi, R. Yokoyama, ‘Experimental Study on Rotary Frequency Converter’, Intelligent System Appreciation to Power Systems 2005 (ISAP 2005), No.60 (2005-11, Washington, USA)

C. Liu, R. Yokoyama, V.R.Silva, “Optimal Allocation and Design of PSSs for Damping of Low-Frequency Oscillations in Multi-Regional Interconnected Power System”, IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition Asia Pacific 2005 in Dalian, China, Proceedings CD, 2005.

Yusuke Hayashi, Kazuto Takao, Seiji Iyasu, Toshihisa Shimizu, Hiromichi Ohashi, ”Exact Thermal Design Method for High Output Power Density Converter under Real Circuit Operation Condition,”IEEE APEC06, pp.1699-1705(2000.3)

Takashi Hirao, Toshihisa Shimizu, Mutsuo Ishikawa, Kiyoto Yasui (Niwa Electric), “Discussion on Modulation Method for Flyback-type Single-Phase Inverters with Enhanced Power Decoupling for Photovoltaic AC Module Systems,” IEEJ The 2005 International Power Electronics Conference, S41-2, pp.1419-1425(2005)

Seiji Iyasu, Toshihisa Shimizu, Kenichirou Ishii(Toho ZINC Co., Ltd.), “A Novel Inductor Loss Calculation Method on Power Converters Based on Dynamic Minor Loop,” IEEJ The 2005 International Power Electronics Conference, S64-1, pp.2016-2022(2005)

Seiji Iyasu, Toshihisa Shimizu, Kenichirou Ishii(Toho ZINC Co., Ltd.), "A Novel Inductor Loss Calculation Method on PWM Inverters Based on Dynamic Minor Loop," Conference proceedings of EPE2005, CD-ROM(2005)

Takashi Hirao, Toshihisa Shimizu, Mutsuo Ishikawa, Kiyoto Yasui (Niwa Electric), "A Modified Modulation Method of a Single-phase Inverter with Enhanced Power Decoupling for a Photovoltaic AC Module," Conference proceedings of EPE2005, CD-ROM (2005)

W. Tangtheerajaronwong, K. Wada, H. Akagi, "A Shunt Hybrid Filter for Harmonic Compensation of a Three-Phase Diode Rectifier with a Capacitive Load", IEEJ IPEC-Niigata, S67-1, 2005

M. Hagiwara, K. Wada, H. Fujita, H. Akagi, "Dynamic Behaviors 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", IEEJ IPEC-Niigata, S71-5, 2005

F. Tochikubo and S. Uchida, "Simulation of radio frequency microplasma in Ar dielectric barrier discharge with coplanar electrodes", Proceedings of 5th International Symposium on Dry Process, p.367-368, 2005

F. Tochikubo and S. Uchida, "Simulation of gas heating in radio frequency driven microdischarge in Ar", Proceedings of the 6th International Conference on Reactive Plasmas and 23rd Symposium on Plasma Processing, p.97-98, 2006

A. Ishii, F. Tochikubo and S. Uchida, "Study on fundamental characteristics of radio-frequency driven microdischarge", Proceedings of the 6th International Conference on Reactive Plasmas and 23rd Symposium on Plasma Processing, p.341-342, 2006

S. Otsuka, F. Tochikubo and S. Uchida, "Numerical simulation of high frequency coplanar micro-discharge plasma – Influence of electrode arrangement on discharge property –", Proceedings of the 6th International Conference on Reactive Plasmas and 23rd Symposium on Plasma Processing, p.243-244, 2006

S. Uchida and F. Tochikubo, "Numerical Analysis of Breakdown characteristics for Ar Microplasma", Proceedings of the 6th International Conference on reactive Plasmas and 23rd Symposium on Plasma Processing, pp. 241-242, at Sendai, 2006

Masato H OHSATO, and Gunji KIMURA, "A Novel Single-Switch Electronic Ballast with a Boost-type

Converter Applied to HID Lamps”, Proc. of the IASTED International Conference ENERGY AND POWER SYSTEMS, pp. 273-277 (2005.4)

【 研究会，大会，委員会 】

内海哲哉，杉本淳司郎，横山隆一，新村隆英：「電力市場における価格変動予測」，平成 17 年 9 月 27～29 日，電力技術電力系統技術合同研究会（福井大学）

杉本淳司郎，横山隆一，福山良和：「配電系統における SVR および SVC の協調配置手法」，平成 17 年 9 月 27～29 日，電力技術電力系統技術合同研究会（福井大学）

塚本曜，杉本淳司郎，横山隆一，周意誠，小柳薫：「環境要素等を考慮した風力発電プロジェクトの経済性評価とシナリオ分析」，平成 17 年 9 月 27～29 日，電力技術電力系統技術合同研究会（福井大学）

田島宏樹，杉本淳司郎，横山隆一：「競争環境下における利益志向型火力機補修計画手法」，平成 17 年 9 月 27～29 日，電力技術電力系統技術合同研究会（福井大学）

谷洋平，内海哲哉，杉本淳司郎，横山隆一：「可変学習期間型ニューラルネットワークを用いた翌日最大電力需要予測」，平成 18 年電気学会全国大会，(2006-3, 横浜国立大学)

大田能孝，杉本淳司郎，横山隆一：「メタヒューリスティクス手法による電圧制御機器の協調配置に関する比較検討」，平成 18 年電気学会全国大会，(2006-3, 横浜国立大学)

塚本曜，杉本淳司郎，横山隆一：「不確定要素を考慮した風力発電プロジェクトの経済性評価とシナリオ分析」，平成 18 年電気学会全国大会，(2006-3, 横浜国立大学)

田島弘樹，杉本淳司郎，横山隆一：「競争環境下における戦略的火力機補修計画」，平成 18 年電気学会全国大会，(2006-3, 横浜国立大学)

佐藤和之，杉本淳司郎，横山隆一：「配電系統における SVC 複数台設置の際の相互作用を考慮した最適配置手法」，平成 18 年電気学会全国大会，(2006-3, 横浜国立大学)

小野智学，藤田吾郎，中村哲廣，横山隆一，白井五郎，「回転型周波数変換装置の需給制御への応用」，平成 17 年電気学会電力，エネルギー部門大会，No.214，(2005-8, 大阪大学)

竹本泰敏，藤田吾郎，長谷川光太郎，横山隆一「回転型周波数変換装置についての検討」，平成 17 年電気学会電力，エネルギー部門大会，No.215，(2005-8，大阪大学)

中西要介、横山隆一：次世代配電システムの監視及び制御の自動化技術、先端電力システム技術セミナー講演（2005.5.27、Hong Kong 大学、香港）

横山隆一：競争環境下での分散型電源の役割と次世代エネルギー流通システム、分散型電源と次世代ネットワークセミナー講演（2005.5.30、Shenzhen 先端電力システム研究センター、中国）

横山隆一：競争的電力市場における高信頼電力供給のための送電混雑管理と次世代エネルギー流通システム、電力システム信頼度と品質シンポジウム講演（2005.8.27、ソウル国立大学、電力システム信頼度センター、韓国）

横山隆一：競争環境下での分散型電源の役割と次世代エネルギー流通システム、電力品質および動的安定度評価シンポジウム講演（2005.8.29、高麗大学、韓国）

横山隆一：日本における分散型電源と次世代エネルギー流通システム、EDISON プロジェクトセミナー講演（2005.9.12、ドルトムント大学、ドイツ）

横山隆一、奈良宏一：日本における分散型電源有効活用のための次世代エネルギー流通システム、Virtual Power Plant セミナー講演（2005.9.12-14、アテネ工科大学、ギリシャ）

横山隆一：競争環境下での分散型電源と次世代エネルギー流通システム、電気事業規制緩和下の技術課題セミナー講演（2005.11.19、中南大学、中国）

横山隆一 諸外国の電力市場動向と分散型電源の役割（電力システム技術研究会、2005.4.25、霞山会館会議場）

横山隆一：競争的電力市場における信頼度維持と送電混雑管理、電力特別セミナー（2006.4.4、富士通ソリューションスクエア）

横山隆一 風力発電と系統連系（電力技術セミナー、2005.11.29、中国支部エネルギー会議場）

横山隆一 諸外国の大停電事故の背景と送電混雑管理(コンソーシアム電力技術懇談会、2006.2.27、早稲田大学理工学研究科)

横山隆一 新環境化下の分散型電源有効利用と系統連系評価（コンソーシアム電力技術懇談会、2006.3.29、早稲田大学理工学研究科）

横山隆一：新環境化下の分散型電源有効利用のための電力系統技術（電気四学会関西支部 専門講習会、2006.1.30、中央電気倶楽部、大阪）

横山隆一 電力自由化の下での分散型電源の役割と次世代エネルギー流通システム（電気学会中国支部特別講演、2006.2.7、広島大学大学院複雑システム工学科）

横山隆一 分散型電源の系統連系と次世代エネルギー供給システム（中国電力総合研究所、2006.2.6、エネルギー総合研究所）

横山隆一 エネルギー調達、研究、技術、その未来へのビジョン（ドイツ NRW 州「NRW フォーラム：ENERGY」セッション、2005.11.11、ドイツ NRW 州日本代表事務所）

石垣将紀，白川和博，清水敏久，佐藤之彦（千葉大），大橋弘通（東工大），「高周波 PWM インバータへの適用を目的とした高速伝送ゲートドライブ回路」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-103，（2005 年 3 月）

白川和博，石垣将紀，清水敏久，石井謙市朗（東邦亜鉛），「高周波 PWM インバータ用 AC フィルタの特性改善」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-018，（2005 年 3 月）

平尾高志，清水敏久，石川睦雄（二和電気），安井清人（二和電気），「時分割励磁変調制御を適用した AC モジュール用フライバックインバータの動作特性」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-112，（2005 年 3 月）

畑田高明，清水敏久，「CT 帰還形ゲート駆動回路を用いたスイッチング損失の評価」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-102，（2005 年 3 月）

高橋祐司，清水敏久，「同期スイッチを用いた電気二重層キャパシタ用電圧バランス回路」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-041，（2005 年 3 月）

居安誠二，清水敏久，石井謙市朗（東邦亜鉛），「磁性体ロスマップおよび PWM インバータ用リアクトルの鉄損推定法の提案」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-016，（2005 年 3 月）

宮川 崇，清水敏久，「フライバックインバータにおけるディファレンシャルモードノイズの解析と実験検証」、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集，4-063，（2005 年 3 月）

小沼淳一，堀内俊克，大月智史，池田大志，江 明，佐藤之彦（千葉大），清水敏久，成 慶眠，大橋弘通（東工大）「FPGAによる高周波PWM制御系の分解能に関する基礎的検討」、平成17年電気学会全国大会講演論文集，4-088，（2005年3月）

白川和博，清水敏久，「石井謙市朗（東邦亜鉛）ACフィルタ用インダクタの巻線構造とその周波数特性に関する考察」、平成17年電気学会産業応用部門大会講演論文集，No. 1-17，pp. 111-112（2005年8月）

宮川崇、清水敏久、「インバータ並列運転時におけるディファレンシャルモードノイズフィルタの挿入位置の比較検討」、電気学会半導体電力変換研究会、SPC-06-17、pp.25-28、（2006.1）

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評価および損失低減手法の検討」、電気学会半導体電力変換研究会、SPC-06-37、pp.7-13、（2006.1）

平尾高志、清水敏久、「小形系統連系インバータのアクティブパワーデカップリング方式とその損失比較」、電気学会半導体電力変換研究会、SPC-06-27、pp.19-124、（2006.1）

寺島和仁，清水敏久（東京都立大学），石井謙市朗，中澤知之（東邦亜鉛）「インダクタ励磁条件に基づく降圧チョッパの損失と効率比較」、平成18年電気学会全国大会講演論文集，4-057，（2006年3月）

新庄史浩，清水敏久、「パワーデカップリング機能を持つ系統連系インバータ」、平成18年電気学会全国大会講演論文集，4-081，（2006年3月）

松野浩和，清水敏久（首都大学東京），滝沢聡毅，谷津誠（富士電機アドバンステクノロジー）「CT帰還形ゲート駆動回路を用いたMOSFET及びIGBTのスイッチング損失評価、」平成18年電気学会全国大会講演論文集，4-013，（2006年3月）

堀内俊克，大月智史，佐藤之彦（千葉大学），清水敏久（首都大学東京），Sung Kyunmin（東京工業大学），高尾和人，林祐輔，大橋弘通（産業技術総合研究所）「高パワー密度化を目指した高キャリア周波数PWMインバータにおける損失評価」、平成18年電気学会全国大会講演論文集，4-011，（2006年3月）

大塚 慎，朽久保文嘉，内田 諭，渡辺恒雄，「共面電極型高周波マイクロプラズマの電極配置に関する検討」第66回応用物理学会学術講演会講演予稿集，10p-ZH-10（2005年9月）

朽久保文嘉, 内田 諭, 安井祐之, 佐藤和雄, 「フィラメント状放電の形成を考慮した誘電体バリア放電内での NO 酸化過程のシミュレーション」電気学会放電研究会資料 ED-05-85 (2005 年 9 月)

朽久保文嘉, 内田 諭, 「ガス加熱効果を考慮した高周波励起マイクロプラズマの二次元シミュレーション」第 53 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, 25p-ZC-10 (2006 年 3 月)

須鎌千絵, 朽久保文嘉, 内田 諭, 「水面を電極とした水蒸気中の低気圧グロー放電の発光特性」平成 18 年電気学会全国大会講演論文集, 1-031 (2006 年 3 月)

金 寛烈, 朽久保文嘉, 内田 諭, 渡辺恒雄, 「大気圧非平衡プラズマを用いたベンゼン分解過程における N₂(A)の寄与」平成 18 年電気学会全国大会講演論文集, 1-068 (2006 年 3 月)

朽久保文嘉, 内田 諭, 「大気圧グロープラズマの特性と数値解析」平成 18 年電気学会全国大会講演論文集, 1-S6-2 (2006 年 3 月)

内田 諭, 朽久保文嘉, 「マイクロプラズマの数値解析」平成 18 年電気学会全国大会講演論文集, 1-S6, pp. 23-26, 2006

内田 諭, 円城寺隆治, 朽久保文嘉, 「誘電泳動力を応用した菌濃縮セルの基礎特性」2006 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会予稿集, p. 1390, 2006

高木雄吾, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「窒素ガス中におけるマイクロプラズマ形成の数値シミュレーション」2006 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会予稿集, p. 173, 2006

大里正人, 木村軍司「昇圧回路を用いた H I D ランプバラスト」H17 電気学会産業応用部門大会、No.1-89 (2005.8)

森 章、大里正人「電気系学科における基礎専門科目教育について」H17 工学・工業教育研究講演会、No.5-214 (2005.9)

大里正人、阿野康則、大森克彦、木村軍司「昇圧回路を用いた H I D ランプバラストの検討」H18 電気学会全国大会 No.4-18(2006.3)

松田高明, 今井恵太, 土屋淳一, 木村軍司「ハルバツ八型 P M サーフェスモータの静推力特性」, H17 電学会産業応用部門大会, Y-33 (2005 年 8 月)

土屋淳一，堀越 敦，大橋 健，遠山茂樹，前野隆司，竹村研治郎 「多自由度モータの材料および支持機構」,H17 電気学会リニアドライブ研究会,LD-05-63，(2005 年 11 月)

松田高明，今井恵太，土屋淳一，木村軍司 「ハルバッハ型 P Mサーフェスモータの回転力特性」,H17 電気学会リニアドライブ研究会,LD-05-58 (2005 年 11 月)

土屋淳一，堀越 敦，大橋 健 「多自由度モータとその要素技術の研究動向材料および支持機構」,H18 電気学会全国大会シボ[®] 弘講演論文集，5-S20-4 (2006 年 3 月)

土屋淳一，松田高明，木村軍司 「ハルバッハ型 P Mサーフェスモータの動トルク特性」,H18 電気学会全国大会講演論文集,No.5-49(2006 年 3 月)

【 雑誌，単行本等の執筆 】

横山隆一 ヨーロッパにおけるマイクログリッド最前線、クリーンエネルギー,pp21-31、4 月号 2006、Vol. 4、

横山隆一、分散型電源と情報技術を活用した新しい電力供給、電気学会論文誌、電子・情報・システム部門誌、
pp150-155、Vol.126,No.2,2006

M.マルミローリ他 日本卸電力取引所向け卸電力取引所システムの開発、Mitsubishi Electric Review Vol.80, No.3 pp 7-10, 2006

枡久保文嘉，内田 諭，「大気圧非平衡プラズマの工学的発展を支えるモデリング」，応用物理，Vol. 74， pp. 1081-1086, 2005

土屋淳一 他 共著 電気学会技術報告書第 1029 号「多次元ドライブの可能性を探る」電気学会 (2005 年 7 月) 編集・著作。

【 科学研究費報告書等 】

H15～H17 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (c))(2) 研究成果報告書「磁気部分ヒステリシス損失との連成制御による分散電源用インバータの高効率化」清水敏久

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重金属汚染水浄化の研究

伊藤大佐

重金属汚染水の浄化は重要な課題となっている。硫酸還元菌が生成する硫化鉄 FeS 粒子は金属イオンに対する優れた吸着剤である。この硫化鉄吸着剤を水中の放射性イオンの浄化に対して適用できるか否かを調べるため、ウランイオンに対する吸着特性を調べた。硫化鉄粒子の磁性を持った成分を開放勾配型磁気分離装置で選択して集め、これに人形峠のウラン鉱山の井戸水中のウランイオンを吸着させ、高勾配磁気分離技術により浄化することに成功した。磁性硫化鉄粒子は硫酸還元菌 (*Desulfovibrio Vulgaris Miyazak 株*) が生成した。10 テスラの超電導磁石を備えた高勾配磁気分離装置により、人形峠の井戸水中の濃度 6.3 ppb のウランを 0.66 ppb に、100 ppm の吸着剤の添加により減少させることができた。

2) 窒化ガリウム系電子デバイスの基本プロセスにおける課題解決

奥村 次徳

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。GaN の優れた材料特性を活かすためには低損傷デバイス作製プロセス技術の開発が不可欠である。そこで、本研究では、窒 GaN の湿式エッチング法の開拓とプラズマ照射ダメージの影響に焦点を絞って検討を進めている。

光電気化学的なアプローチを通して、n 型 GaN の湿式エッチング条件の検討を行った。その結果、n-GaN の平坦かつナノオーダで制御可能な湿式エッチング技術を確立した。また電解めっき法によって高いショットキー障壁高さを持つ高性能 Ni/n-GaN ショットキーダイオードを作製した。

さらに、プラズマダメージおよび水素不活性化効果に関するプラズマ照射誘起欠陥や水素に着目し、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、逆バイアス印加または紫外光照射を行いながら熱処理をすることによりドナー再活性化が可能であることを示した。

3) Huang の期待値で得られる、ディラック電子のスピン-磁気能率 g 因子

笹部 薫

ディラック電子の正しい g 因子を得ることに成功した。Huang の期待値の方法を用いて、ディラック電子の磁気モーメントを計算した。その結果、電子の磁気能率とスピンとの正しい

g 因子 ($g = 2$) を正確に求めることが出来た。g 因子の正しい数値が得られる理由を分析した結果、ディラック方程式の負エネルギーの解が本質的な役割をしていることが判明した。すなわち、正エネルギー解から負エネルギー解への状態遷移に伴う遷移電流が電子のスピン磁気能率を作っている。

- 4) 半導体ヘテロ構造を用いた三重障壁共鳴トンネルダイオードの作製・評価・超高速動作技術、オンチップ集積型ログスパイラルアンテナおよびスパイラルインダクタのサイズ縮小効果についての解析についての研究

須原理彦

GaInP/GaAs 超薄膜ヘテロ構造を用いて作製した三重障壁共鳴トンネルダイオードについて、10GHz までの S パラメータ測定・雑音特性に基づく等価回路パラメータの抽出、自励振動特性の実測から微分負性抵抗のバイアス電圧依存性評価を行った。半導体微細加工用アルゴン高速原子線源のエネルギー分布と中性化率評価を行った。オンチップ集積用ミリメートルサイズ自己補対アンテナの広帯域特性の解析を行った。オンチップ平面型スパイラルインダクタのサイズ縮小則および最適構造についての理論解析を行った。

- 5) ナノ組織制御による高温超伝導体 123 系 Coated Conductor の高性能化

三浦大介

ナノ組織制御により薄膜中に様々な次元の人工ピンニングセンターを導入した RE123 系超伝導薄膜の高温高磁界における高 J_c 化の研究を行っている。本年度は実用化のために膜厚を大きくした試料の臨界電流の磁場及び角度依存性を評価するための測定システムの開発を行った。最大電流は 100A、磁場は 10T、角度は 0.1 度で制御が可能である。PCS モードで磁場を運転することにより、ノイズを大幅に低減させ、10mm 長の小さな試料においても $1 \mu V/cm$ 定義で臨界電流を測定することが可能となった。

- 6) 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

C による B サイト置換が起こり、磁束ピン止めに有効と思われる、SiC ナノパウダーを添加効果を調べた。自製粉として酸化の少ない Mg フレークとアモルファスボロンを用い、中間熱処理を行った In-situ 法により MgB₂ テープを作製した。SiC の添加に伴い、高磁場での J_c の向上および不可逆磁界の増加が観測された。

- 7) 分子線エピタキシ法による水素フリー III 族窒化物半導体の成長と水素ガスセンサ応用に関する研究

中村 成志

水素は燃焼に伴い二酸化炭素を排出しないため、将来のエネルギー流通媒体として期待され

ている。水素の利用が広範な分野に広がれば、様々な環境下で水素の漏れを検知するセンサが必要となる。本研究では、ワイドギャップ窒化物半導体の特徴(高温動作可能、耐腐食性に優れる)を活かした水素センサの開発を進めている。窒化物半導体の結晶成長技術としては有機金属化学気相(MOCVD)法が主流であるが、原料に水素が多く含まれているため、結晶中には多量の水素が混入している。我々は、電極金属の触媒反応と窒化物半導体中への水素混入による電気特性変化とを利用したデバイスを検討しており、水素混入がほとんどない分子線エピタキシ(MBE)法による結晶成長の確立を進めている。

今年度は、サファイア基板上への高品質 GaN 薄膜成長プロセスの確立を目的に、初期成長プロセス条件の最適化を推進した。基板温度やバッファ層の / 比、プロセス時間などの成長に関する各パラメータを最適化し、高品質な薄膜が得られる成長条件を導いた。その結果、サファイア基板に低温で長時間窒素ラジカル照射を行うことにより、均一な極薄窒化アルミニウム層が形成され、エピタキシャル膜の平坦性向上に大きく寄与することが明らかになった。また、高感度水素ガスセンサ開発の前段階として、n 型 GaN 上のパラジウム(Pd)薄膜をショットキー電極とするデバイス構造を作製し、水素ガス雰囲気中で電気特性試験を行った。真空チャンバ中に水素ガスを導入して、ダイオードの電流-電圧特性の変化を測定した。その結果、水素に対する感度は順方向バイアス下で大きく、0.3V 付近では水素の導入に伴い電流値が約 2 倍に増加し、高感度センサとして有望であることが明らかになった。

2 . 研究業績

【 論文 】

Masashi Mukaida, Tomoya Horide, Ryusuke Kita, Shigeru Horii, Ataru Ichinose, Yutaka Yoshida, Osuke Miura, Kaname Matsumoto, Kazuhiro Yamada and Nobuyuki Mori, "Critical Current Density Enhancement around a Matching Field in $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Films with BaZrO_3 Nano-Rods," JJAP Vol. 44, No.30, 2005, pp. L952-954.

【 国際会議 】

D. Ito, K. Miura, O. Miura, Y. Takahashi, Y. Wada, "Removal of Uranium from Solution with Bacterially-produced Iron Sulphide Particles Using HGMS", Proc. of Environmental Science and Technology 2005(II), pp. 441-445

N. Harada, H. Takemasa, Y. Hino, O. Miura, D. Ito, " Superconducting properties and heat treatment condition on in-situ PIT MgB_2 tapes made from Mg flakes", Proceedings of International Symposium on Superconductivity 2005.

N.Asaoka, M.Suhara, T.Okumura, "Observation of $1/f$ Noise of GaInP/GaAs Triple Barrier Resonant Tunneling Diodes", AIP Conference Proceedings of Noise and Fluctuations, 780, pp. 492-495, Sept. 2005

M.Suhara, N.Matsuzaka, M.Fukumitsu, T.Okumura, "Characterization of Argon Fast Atom Beam Source and its Application to the Fabrication of Resonant Tunneling Diodes", Digest of Papers of Microprocesses and Nanotechnology 2005, pp.132-133, Oct. 2005

M.Suhara, M.Okayama, and T.Okumura, "Analysis of Scaling-Rule and Size-Reduction Limit of Spiral Inductors to Maximize Quality Factor", 2005 Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings, Vol.5, pp. 2844-2846, Dec. 2005

H.Tomioka, M.Suhara and T.Okumura, "Analysis of Edge Effect on Millimeter-Sized Planar Logarithmic Spiral Antennas", 2005 Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings, Vol.5,

【 研究会 , 大会 , 委員会 】

伊藤大佐, 三浦大介 他, 硫酸還元菌由来磁性硫化鉄粒子を用いた高勾配磁気分離による U,Ra 水溶液の浄化, 2005 年度春季低温工学・超電導学会講演概要集 p.214

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 ”、2005 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(2) ”、2005 年度秋季低温工学超電導学会

松本要、Paolo Mele, 堀出滋、堀出朋哉、吉田隆、向田昌志、一瀬中、三浦大介, “ 1 次元ピンによる YBCO 薄膜の J_c 制御 ”、2005 年度春季低温工学超電導学会,

馬場公一, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, 塩島謙次, 横山春喜, “ 半絶縁性 GaN エピタキシャル結晶の電流 - 電圧特性 ”, 平成 18 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会

須田将之, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, “ n-GaN 中のプラズマ照射誘起欠陥の逆バイアスアニール挙動 ”, 平成 18 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会

吉田和弘, 松岡陽一, 徳田豊, 須田将之, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, “ 水素プラズマ照射した n-GaN 表層の深い準位の評価 ”, 平成 18 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会

須田将之, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, “ n-GaN 中のプラズマ照射誘起欠陥の紫外線照射アニール挙動 ”, 平成 18 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会

小名智之, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, “ 電解めっき法により作製した Ni/GaN ショットキーダイオードの電気特性 ”, 平成 18 年春季第 53 回応用物理学関係連合講演会

須田将之, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, “ 水素プラズマ照射された n 型窒化ガリウムの電気特性評価 ”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.105・No.434,435, p43-46, 2005 年 11 月

小名智之, 中村成志, 須原理彦, 奥村次徳, “ 表面電位を制御した n-GaN の光電気化学エッチング ”, 平成 17 年秋季第 66 回応用物理学会学術講演会

中村成志, 須田将之, 須原理彦, 奥村次徳, “ Pd/GaN ショットキーダイオード型水素ガスセンサの検討 ”, 平成 17 年秋季第 66 回応用物理学会学術講演会

M. Suda, S. Nakamura, M. Suhara, and T. Okumura, " Change of electrical properties in N-GaN exposed to hydrogen plasma ", 24th Electronic Materials Symposium

T. Ona, S. Nakamura, M. Suhara, and T. Okumura, " Photoelectrochemical characterization of n-type GaN surfaces ", 24th Electronic Materials Symposium

岡山政憲, 須原理彦, 奥村次徳, " 平面型スパイラルインダクタのサイズスケールリング則と構造最適化に関する理論解析 ", 電子情報通信学会技術研究報告書, vol.105, No.271, pp.27-32, 2005年9月

富岡紘斗, 須原理彦, 奥村次徳, " 小型平面型 <ログスパイラルアンテナの広帯域特性の端部形状依存性の解析 ", 電子情報通信学会 2005 年ソサエティ大会 講演論文集, B-1-95, 2005 年 9 月

岡山政憲, 須原理彦, 奥村次徳, " インダクタンスと占有面積を一定とした平面型スパイラルインダクタにおける線幅変調効果の影響の理論解析 ", 電子情報通信学会 2005 年ソサエティ大会講演論文集, C-2-47, 2005 年 9 月

堀江 元, 須原理彦, 奥村次徳, " 共鳴トンネルダイオードを用いた高周波アクティブインダクタの構成 ", 電子情報通信学会 2005 年ソサエティ大会講演論文集, C-10-9, 2005 年 9 月

清水暁人, 須原理彦, 奥村次徳, " 左手系伝送線路における漏れ波の周波数及び空間分離性の解析 ", 電子情報通信学会 2006 年総合大会講演論文集, B-1-41

富岡紘斗, 須原理彦・奥村次徳, " ミリ波帯小型平面自己補対スパイラルアンテナの広帯域特性のサイズ依存性 ", 電子情報通信学会 2006 年総合大会講演論文集, B-1-142, 2006 年 3 月

編集後記

今年度から電気電子工学専攻として年次報告書を作成することになった。これまでは、工学研究科アニュアルレポートが紙および Web を媒体として編纂れていたが、新大学発足に伴い工学研究科が事実上消滅したため、独自の年次報告書を作成することとなった。今回は、初回ということもあり、古くから年次報告をまとめている本学物理学教室の年次報告書を参考にさせていただいた。

この報告書が、電気電子工学専攻の真の姿を映す鏡となり、首都大学、理工学研究科、電気電子工学専攻がよりよい方向に向かう一助になれば幸いである。

なお本報告書をまとめるにあたり、専攻構成員各位には多くのご負担をお掛けした。深く御礼申し上げたい。

2006 年 7 月

H17-18 年度 理工学研究科自己点検評価委員 渡部 泰明