VII-5　半導体ナノ物性グループ

教授　　白石賢二
客員教授　押山淳
助教　　岩田潤一
大学院生　６名

概要:

計算物性グループは本年度は大きくわけて２つの大きなテーマを中心に研究を推進した。第１のテーマは新しい計算手法の開発、第２のテーマはナノ物質・ナノ材料の機能・物性解明、及び、新奇ナノ物質のデザインを目指したナノサイエンスの研究である。

本報告書は計算物性研究室で行っているテーマを上記２つの大きなテーマに分類し、各々のテーマについての２１年度の成果を報告する。

[1]　新しい計算手法の開発

1）超高速並列計算機 PACS-CS 上での実空間密度汎関数法プログラムの開発とその応用 [論文[1-5]、講演[1,2,4,5]]

密度汎関数法に基づく第一原理計算は物理・化学のみならず、材料開発の現場においても非常に重要なツールとなっている。本研究は次世代超並列計算機を有効活用し、大規模なナノスケールシステムを扱える実空間密度汎関数コード（ＲＳＤＦＴ）の開発を行った。コード開発と平行して、実際に 10000 原子を越えるＳｉナノワイヤー系に対する電子構造計算、計算科学者との連携によるアルゴリズムの見直しおよびチューニング、性能測定など、様々な角度から研究を進めている。

[2]　ナノ物質・ナノ材料の機能・物性解明、及び、新奇ナノ物質のデザイン

1）書き込み／消去耐性が強いMONOS型メモリの設計指針の提案[論文[9]、講演[7,20,24,33,34]

MONOS型メモリでは、原子レベルの空間である窒化シリコン膜中の欠陥に電荷を注入することによってメモリ機能を発現させているため、その小型化・高速化が可能となることから、次世代メモリの候補として期待されている。しかし、原子レベルの欠陥に電荷(データ)を充電(放電)してデータの書込(消去)を行う際に窒化シリコン膜中の欠陥がどのような振る舞いをするかは全く不明であった。上述の問題

を解決するために、第一原理計算を用いて原子レベルでMONOS型メモリにおける窒化シリコン中の欠陥がデータの書込・消去(電荷の充電と放電)に対してどのように振る舞うかを原子レベルで詳細に明らかにした(K. Yamaguchi 他 IEDM 2009)。得られた結果は以下の通りである。①窒化シリコン中に酸素が混入することによって生じた欠陥はデータの書込・消去によって構造が元に戻らなくなる傾向があること(不可逆的構造変化を起こす傾向があること)を示す(図1)。 ②一方、窒化シリコン中の窒素空孔を起因とする欠陥はデータの書込・消去を行っても構造が元に戻る。これは、①酸素混入欠陥はメモリ機能の劣化を引き起こすのに対し、②窒素空孔欠陥はメモリ機能の劣化を引き起こさないことを意味する。さらに、窒素空孔欠陥がデータの書込・消去によって引き起こす構造変化はヤン・テラー効果に伴う自発的対称性の破れであるため、原理的に可逆的であることも示した。

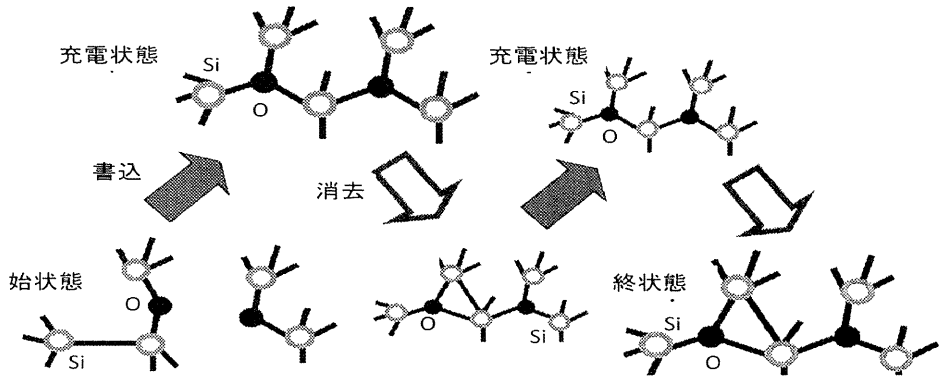

図 1:SiN 中欠陥の書込／消去による大きな構造変化。

2) 窒化物半導体における擬立方晶近似の妥当性の理論的研究[講演[38]]

窒化物半導体をベースにした光デバイスは擬立方晶近似を用いて設計されることが多い。本研究では第一原理量子論によって擬立方晶近似の妥当性について議論した。その結果、ウルツ鉱構造の窒化物半導体においては擬立方晶近似が大きく破綻することが示された。

3) 次元の異なるナノ構造間のトンネル現象の新しい物理描像の開拓[論文[4,5]、講演[3,9,11,13,31,39]]

デバイスサイズ縮小は、デバイスを駆動するための電子数の減少も同時にもたらす。これらの事柄は、集積回路を構成するデバイスの性能・安定性を少数個の電子による駆動によって保つという、大きな課題が生じつつあることを意味している。言いかえると、数個の電子で駆動される将来のナノスケールデバイスにおいては個々の電子の動力学を踏まえた少数個の電子の精密制御技術が要求される。この課題はポストスケーリング時代の最大の課題の一つとなると考えられる。本研究では当該課題を考える上で重要となる「ナノ領域における動的電子物性の特徴」を理論実験両面から検討した。具体的には、将来のデバイスにあらわれる諸問題を内包した系として、Siナノドットフローティングゲート構造への電子注入過程を実験、理論両面から検討した。この系においては電子がMOS構造の反転層から、絶縁膜を介したトンネルによりナノサイズのSiナノドットへ注入され、2次元電子ガス-量子ドット結合系と考えられるが、この系におけるトンネルを考えてみる。2次元電子ガスの波動関数が広がっているときには、0次元系の

量子ドットへのトンネルは起こりにくいが、2次元電子ガスが量子ドット直下で局在したときにはじめて、トンネルが可能となる(図2)。我々は2次元電子ガスからSiナノドットへの電子注入が、従来はないとされてきた直接トンネル領域で温度依存を示すことを見出した(図3、Y. Sakurai 他 JJAP 2010 等)。この特異な温度依存性を理解するには現時点では以下のような「大胆な仮定」が必要となっている。我々が現在用いている大胆な仮定とは以下の通りである。「十分量子ドットの真下で局在し、あるしきい値以上のトンネル確率をもつ波動関数だけが直接トンネルに寄与する」。上記のようなトンネル確率の下限が存在するという仮定がなぜ必要となるかは今後の課題であるが、トンネル確率の下限は実験における電圧の掃引レートに依存することが実験的に示されている。今後は、上記「トンネル確率の下限」の物理的起

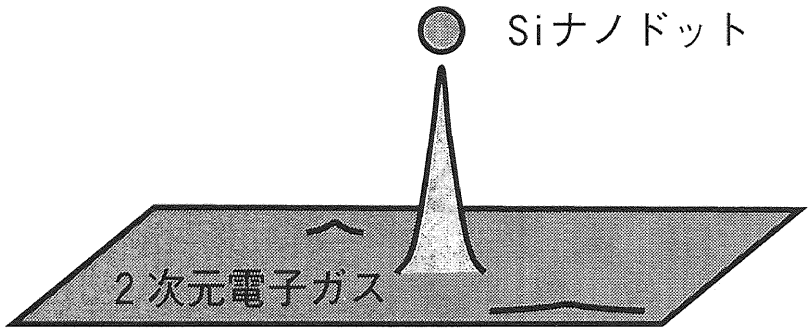

図 2:電子ガスから量子ドットへの電荷注入の模式図。ドットの真下に局在するとトンネルできる。

源を電子ダイナミクスによって明らかにすると同時に、当該物理的起源がポストスケール時代に使われる電子デバイスにどのような要求をするか考察する予定である。

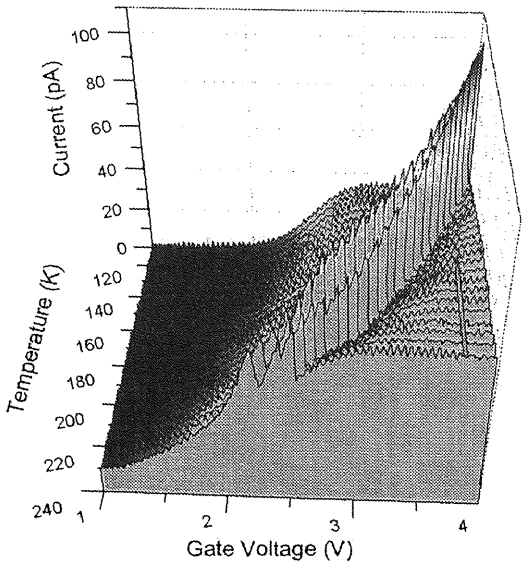

図 3: 2 次元電子ガス-量子ドット結合系のおける変位電流の温度依存性。

4) オーミック接触の新しい物理モデルの提案 [講演[32, 36]]

金属と半導体のオーミック接触作製は、様々なデバイスや量子ホール効果等の物性実験において欠かせない技術である。特に、将来のLSIに導入が期待されている金属ソース/ドレインの作製のためには金属とシリコンの界面にナノスケールのオーミック接触を作る必要があり、このとき仕事関数の制御が次の技術的な難題である。これまでオーミック接触は、ショットキー障壁高さを制御することによって達成されていると考えられてきた。しかしながら、これまでの界面物理の知見は、金属と半導体の界面でフェルミレベルピニング現象が起こるため、ショットキー障壁高さの制御が困難であることを示している。そのため、従来のオーミック接触のバンドダイアグラムはフェルミレベルピニング現象との矛盾を含んでいると考えられる。このような観点から、本研究では実験で得られるオーミック接触と第一原理計算で考察した金属／半導体界面のフェルミレベルピニング現象の双方に矛盾のない、新たなオーミック接触のモデル(図 4)を提案した。このモデルでは、ショットキー障壁の広い範囲のエネルギー領域に多数の欠陥レベルが存在しており、電子はこの欠陥レベルを介した共鳴トンネルによる伝導によってオーミック接触が達成されていると考えている。さらに詳細について、今後の研究で本モデルの真偽も含めて検討してゆく予定である。

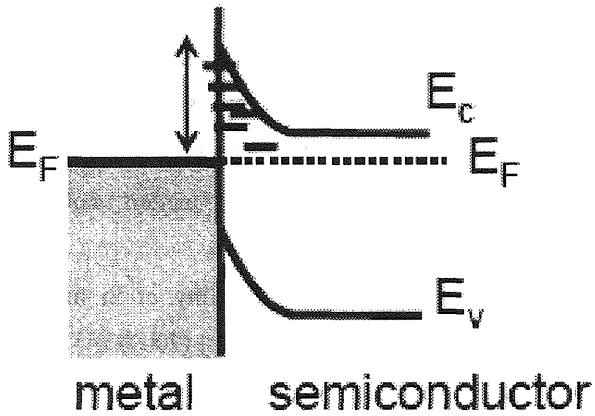

図 4：本研究で提案した新たなオーミック接触のモデル

5) ナノスタック構造界面制御手法の提案[論文[7, 8], 講演[4-6, 19, 21]]

MOS半導体デバイスのように、金属／絶縁体／半導体のような3種類の物質が積層構造を作っており、中間に存在する絶縁体の膜厚がナノスケールになってくると、二つの界面を別個に考えるわけにはいかないことを我々が提案していたが、当該積層構造を制御する方法を理論的に提案した。第一がCe酸化物に代表されるMultivalent酸化物の利用、第二が炭素等のヘテロ元素の次世代絶縁膜への導入による界面熱力学の設計である。2つの手法とも実験的にその有効性が確認された。

＜論文＞

1. J.-I. Iwata, D. Takahashi, A. Oshiyama, T. Boku, K. Shiraishi, S. Okada, K. Yabana, "A Massively-parallel electronic-structure calculations based on real-space density-functional theory", J. Comp. Phys. 229, 2339 (2010).
2. J.-I. Iwata, "First-Principles Calculation for Extremely Large Systems by Parallel Computations Based on the Order-N^3 Real-Space Density-Functional Theory", Journal of Computational Theoretical Nanoscience 6, 2514 (2009).
3. J.-I. Iwata, A. Oshiyama, K. Shiraishi, "Large-Scale First-Principles Electronic Structure Calculations for Nano-Meter Size Si Quantum Dots", e-Journal of Surface Science and Nanotechnology 8, 48 (2010)
4. Y. Sakurai, J. Iwata, M. Muraguchi, Y. Shigeta, Y. Takada, S. Nomura, T. Endoh, S.-I. Saito, K. Shiraishi, M. Ikeda, K. Makihara, S. Miyazaki, "Temperature Dependence of Electron Tunneling between Two Dimensional Electron Gas ans Si Quantum Dots", Jpn. J. Appl. Phys. 49, 014001 (2010).
5. Y. Sakurai, S. Nomura, Y. Takada, J. Iwata, K. Shiraishi, M. Muraguchi, T. Endoh, T. Shigeta, M. Ikeda, K. Makihara, S. Miyazaki, "Anomalous temperature dependence of electron tunneling between a two-dimensional electron gas and Si dots", Physica E, 42, 918 (2010)
6. K. Yamaguchi, A. Otake, K. Kobayashi, and K. Shiraishi, "Atomistic origin of high-quality "novel SiON gate dielectrics"", MICROELECTRONIC ENGINEERING, 86: 1680-1682 (2009)
7. K. Shiraishi, "Theoretical models for work function control", MICROELECTRONIC ENGINEERING, 86: 1733-1736 (2009) (Invited Paper).
8. N. Umezawa, K. Shiraishi, and T. Chikyow, "Stability of Si impurity in high-kappa oxides", MICROELECTRONIC ENGINEERING, 86: 1780-1781 (2009)
9. A. Otake, A, K. Yamaguchi, K. Kobayashi, and K. Shiraishi, "Theoretical studies on the charge trap mechanism of MONOS type memories -Relationship between atomistic information and program/erase actions", MICROELECTRONIC ENGINEERING, 86: 1849-1851 (2009)
10. T. Obata, J-I. Iwata, K. Shiraishi, and A. Oshiyama, "First principles studies on In-related nitride semiconductors", JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, 311: 2772-2775 (2009)
11. Y. Kangawa, T. Akiyama, T. Ito, K. Shiraishi, K. Kakimoto, "Theoretical approach to structural stability of c-GaN: How to grow cubic GaN", JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, 311: 3106-3109 (2009)

＜講演＞

1. 招待講演

国際会議

1. K. Shiraishi, "Physics for Si nanowire FET and its fabrication", PICE International Symposium on

Silicon Nano Devices in 2030: Prospects by World's Leading Scientists, October 13-14, 2009, Tokyo, Japan.

2. K. Shiraishi, "Physics of Nano-Interfaces and Nano-Structures for Future Si Nano-Devices", 216th Meeting of Electrochemical Society, October 4-9, 2009, Vienna, Austria.
3. S. Nomura, Y. Sakurai, Y. Takada, K. Shiraishi,M. Muraguchi, T. Endoh, M. Ikeda, K. Makihara, S. Miyazaki, "Physics of Nano-contact between Si Quantum Dots and Inversion Layer", 216th Meeting of Electrochemical Society, October 4-9, 2009, Vienna, Austria.
4. K. Shiraishi, "Physics of Nano-Interfaces and Nano-Structures for Future Si Nano-Devices", 10th International Conference on Atomically Cotrolled Surfaces, Interfaces and Nanostructures, September 21-25, 2009, Granada, Spain.
5. K. Shiraishi, "Guiding Principles toward Future Gate Stacks Given by the Construction of New Physical Concepts", 2009 Symposium on VLSI Technologies, June 15-17, 2009, Kyoto, Japan.
6. K. Shiraishi, "Theoretical models for work function control", 16th biannual conference of Insulating Films on Semiconductors, June 29- July 1, 2009, Cambridge, UK
7. K. Shiraishi, K. Yamaguchi, A. Otake, and K. Kobayashi, "Atomistic Studies for MONOS-Type Charge Trap Memories. -A Theoretical Guiding Principles for High Program/Erase Endurance", The 15th International Workshop on the Physics of Semiconductor Devices, Dec.15-19, New Delhi, India
8. K. Shiraishi, "Nano Device Design by Theoretical Approach", 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials, Short Course, "From Basic Theory to Newest Application in MOS Devices", Oct. 6, 2009, Sendai, Japan.

国内学会

9. 白石賢二、「ポストスケーリング時代にデバイス・物性物理は何をなすべきか？」、2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会シンポジウム、「ポストスケーリング時代をデバイス・物性物理から斬る-これが半導体デバイ スの未来像だ-」、筑波大学、つくば市 2009 年 3 月 30 日-4 月 2 日
10. 白石賢二 「埋もれた界面に関する理論および計算科学研究の最前線」、2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会シンポジウム、「埋もれた界面に関する理論および計算科学研究の最前線」、筑波大学、つくば市 2009 年 3 月 30 日-4 月 2 日
11. 村口正和, 遠藤哲郎, 牧原克典, 池田弥央, 宮崎誠一, 櫻井蓉子, 高田幸宏, 野村晋太郎, 白石賢二、「少数電子で動く未来デバイスの姿 -量子電子ダイナミクスからのメッセージ- 」、2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会 シンポジウム「ポストスケーリング時代をデバイス・物性物理から斬る -これが半導体デバイスの未来像だ-」、筑波大学、つくば市、2009 年 3 月 30 日-4 月 2 日
12. 岩井洋、名取研二、白石賢二、山田啓作、大毛利健治、筒井一生、角嶋邦之、パールハットアヘメト、「シリコンナノワイヤ FET 研究の現状とロードマップ作成の考え方」2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会シンポジウム 「ナノ CMOS への新展開-高機能化・高性能化を図る新材料・新構造技術」、筑波大学、つくば市、2009 年 3 月 30 日-4 月 2 日

13. 野村晋太郎、櫻井蓉子、高田幸宏、白石賢二、村口正和、遠藤哲郎、池田弥央、牧原克典、宮崎誠一、「電子励起状態を介した量子ドットへのトンネル現象の変調」、2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会シンポジウム、「Si 系 および C 系ナノ構造と励起プロセス」、筑波大学、つくば市、2009 年 3 月 30 日 -4 月 2 日
14. 白石賢二「Si ナノワイヤのバンド構造解析」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会シンポジウム、「2020-30 年代のナノエレクトロニクスデバイスの本命を考える」東海大学、秦野、2010 年 3 月 17 日—20 日
15. 白石賢二「イオン性と共有結合性が織りなす新しい材料科学の世界-High-k ゲートスタックを振り返って」、2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会シンポジウム、「High-k ゲートスタック研究を振り返り次のステップへ 」、富山大学、富山、2009 年 9 月 8 日-11 日
16. K. Shiraishi, K. Kamiya, M. Tateno, M. Boero, A. Oshiyama, ″First principles studies on the proton transfer mechanism in cytochrome /c/ oxidase″, 第 47 回日本生物物理学会年会シンポジウム ″Elucidation of Protein Functions at the Atomic Level with X-ray structural, Vibrational spectroscopic, Molecular biological and Theoretical analyses″, Oct.31-Nov.1, 2009, Tokushima, Japan.

2. 一般講演

17. Jun-ichi Iwata, Atsushi Oshiyama, Kenji Shiraishi, "Large-scale first-principles electronicstructure calculations for nano-meter size Si quantum dots", 10th International Conference on Atomically Controlled Surface, Interfaces, and Nanostructures, Sep.21-25, 2009, Granada, Spain
18. K.Yamaguchi, A Otake, K Kobayashi and K Shiraishi,"Atomistic Origin of High-Quality, "Novel SiON Gate Dielectrics", 16th biannual conference of Insulating Films on Semiconductors, June 29- July 1, 2009, Cambridge, UK
19. N. Umezawa, K. Shiraishi, T. Chikyow, "Stability of silicon impurity in high-k oxides",16th biannual conference of Insulating Films on Semiconductors, June 29- July 1, 2009, Cambridge, UK
20. A. Otake, K. Yamaguchi, K. Kobayashi and K/ Shiraishi, "Theoretical Studies on the Charge Trap Mechanism of MONOS-Type Memories -Relationship between Atomistic Information and Program/Erase Actions", 16th biannual conference of Insulating Films on Semiconductors, June 29- July 1, 2009, Cambridge, UK
21. M. Kouda, N. Umezawa, K. Kakushima, P. Ahmet, K. Shiraishi, T. Chikyow, K. Yamada and H. Iwai "Charged defects reduction in gate insulator with multivalent materials", 2009 Symposium on VLSI Technologies, June 15-17, 2009, Kyoto, Japan.
22. R. Hasunuma, C. Tamura, T. Nomura, Y. Kikuchi, K. Ohmori, M. Sato, A. Uedono, T. Chikyow, K. Shiraishi, K. Yamada, and K. Yamabe, "Reversible and Irreversible Degradation Attributing to Oxygen Vacancy in HfSiON Gate Films during Electrical Stress Application", 2009 International Electron Devices Meetings, Dec. 7-9 Baltimore, USA.
23. M.Sato, S.Kamiyama, Y.Sugita, T.Matsuki, T.Morooka, T. Suzuki, K.Shiraishi, K. Yamabe, K.

Ohmori, K.Yamada, J.Yugami, K.Ikeda, and Y.Ohji, "Negatively Charged Deep Level Defects Generated by Yttrium and Lanthanum Incorporation into HfO2 for Vth adjustment, and the Impact on TDDB, PBTI and 1/f noise", 2009 International Electron Devices Meetings, Dec. 7-9 Baltimore, USA.

24. K. Yamaguchi, A. Otake, K. Kobayashi, and K.Shiraishi, "Atomistic Guiding Principles for MONOS-Type Memories with High Program/Erase Cycle Endurance", 2009 International Electron Devices Meetings, Dec. 7-9 Baltimore, USA.
25. J.-I. Iwata, K. Shiraishi, A. Oshiyama, "First-principles calculations for Si nanowires in nanometer diameters", International Symposium Silicon Nano Device 2030, 2009.10.13-14 Tokyo
26. J.-I. Iwata, "Density-Functional Simulation", Edinburgh-Tsukuba Computational Science Workshop, 2010.2.22-23 Edinburgh University
27. Y. Shinohara, K. Yabana, Y. Kawashita, J.-I. Iwata, T. Otobe, "TDDFT Simulation for Electron-Phonon Dynamics in Dielectrics under Ultra short Laser Pulse", The 3rd Theory Meets Industry International Workshop, 2009.11.11-13 名古屋国際センター
28. Y. Futamura, H. Tadano, T. Sakurai, J.-I. Iwata, "Scalable Parallel Algorithm for Electronic Structure Calculations by Band Localization", International Symposium of Electronic Structure Calculations, 2009.12.7-9 東大弥生講堂一条ホール
29. Y. Futamura, H. Tadano, T. Sakurai, J.-I. Iwata, "Scalable Eigensolver for Electronic Structure Calculations on Hierarchical Parallel Computers", SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing, 2010.2.24-26 Grand Hyatt Seattle, Seattle, Washington
30. 李 映勲, 永田貴弘, 角嶋邦之, 白石賢二, 名取研二, 岩井 洋、「引っ張り歪み Si ナノワイヤの電子構造とバリスティック伝導」、2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会、筑波大学、つくば市 2009 年 3 月 30 日-4 月 2 日
31. 櫻井蓉子、野村晋太郎、白石賢二、村口正和、遠藤哲郎、池田弥央、牧原克典、宮崎誠一、「Si 量子ドットフローティングゲート MOS キャパシタにおける過渡電流特性」、2009 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会、筑波大学、つくば市 2009 年 3 月 30 日-4 月 2 日
32. 高田幸宏, 村口正和, 遠藤哲郎, 野村晋太郎, 白石賢二、「将来のナノコンタクトを目指したオーミック接触の再考」、2010 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会、富山大学、富山、2009 年 9 月 8 日-11 日
33. 山口慶太, 大竹 朗, 小林賢司, 白石賢二、「MONOS 型メモリの書き込み／消去の繰り返しに対する電子・原子構造の振る舞い」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会、東海大学、秦野市 2010 年 3 月 17 日-3 月 20 日
34. 大竹 朗, 山口慶太, 小林賢司, 白石賢二、「MONOS 型メモリの電荷蓄積機構における水素混入効果の理論的検討」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会、東海大学、秦野市 2010 年 3 月 17 日-3 月 20 日
35. 吉崎智浩, 白石賢二, 梅澤直人、「光励起による La 原子の Multi-Valence 化の理論的検討」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会、東海大学、秦野市 2010 年 3 月 17 日-3 月 20 日

36.高田幸宏、村口正和、遠藤哲郎、野村晋太郎、白石賢二、「将来のナノスケールコンタクトを目指した新しいオーミックコンタクトモデルの考察」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会、東海大学、秦野市 2010 年 3 月 17 日-3 月 20 日

37.李 映勲, 角嶋邦之, 白石賢二, 名取研二, 岩井 洋、「バリスティックSiナノワイヤトランジスタの電気特性の直径依存性」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会、東海大学、秦野市 2010 年 3 月 17 日-3 月 20 日

38.海老原康裕、白石賢二、山口敦史、「窒化物半導体のバンド構造の歪み依存性の理論的研究」、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会、東海大学、秦野市 2010 年 3 月 17 日-3 月 20 日

39. 村口正和, 高田幸宏, 櫻井蓉子, 野村晋太郎, 白石賢二, 牧原克典, 池田弥央, 宮崎誠一, 重田育照, 遠藤哲郎、「2次元電子ガスー量子ドット界面における電子トンネル過程に対する微視的考察」、日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学、岡山市、2010 年 3 月 20 日-3 月 23 日

40. 岩田潤一, 白石賢二, 押山淳、「数 nm 直径 Si ナノワイヤに対する大規模第一原理電子状態計算」、日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学、岡山市、2010 年 3 月 20 日-3 月 23 日

41.櫻井蓉子, 高田幸宏, 野村晋太郎, 白石賢二, 村口正和, 遠藤哲郎, 池田弥央, 牧原克典, 宮崎誠一、「光励起下における電子ガスー量子ドット結合系の C-V 特性と I-V 特性」、日本物理学会 2009 年秋季大会、甲南大学、神戸市、2009 年 9 月 20 日-23 日

42. 岩田潤一、「Large-Scale first-principles studies on Si nano dots」、第 5 回計算科学による新たな知の発見・統合・創出シンポジウム、2009.5.14 筑波大学

43. 篠原康、矢花一浩、川下洋輔、岩田潤一、乙部智仁、「実時間・実空間法による固体ダイナミクスの第一原理シミュレーション」、日本物理学会2009年秋季大会、2009.9.25-28 熊本大学黒髪キャンパス

44. 二村保徳、多田野寛人、櫻井鉄也、岩田潤一、「バンド局所化による電子状態計算の高性能並列アルゴリズム」、応用数理学会2009 若手優秀講演賞、2009.9.28-30 大阪大学豊中キャンパス

45. 岩田潤一、「超並列大規模第一原理電子状態計算用コード RSDFT の開発と応用」、特異値・固有値合同ワークショップ、2009.11.21-22 筑波国際会議場

46. 岩田潤一、「実空間密度汎関数法コード RSDFT の開発と応用」、物性研短期研究会、2009.12.10-11 東京大学物性研究所

47. 篠原康、矢花一浩、川下洋輔、岩田潤一、乙部智仁、「第一原理計算によるコヒーレントフォノン生成機構の解明」、第 70 回応用物理学会学術講演会、2009.9.8-11 富山大学

48. 岩田潤一、「実空間密度汎関数コード(RSDFT)の開発と応用」、次世代情報機能・材料分野公開研究会「新物質とエネルギー」、2010.3.10-11 東京国際フォーラム

＜学位論文（修士）＞

1) 大竹朗 「窒化シリコン膜中の電荷トラップ欠陥に異種元素が与える影響の理論的研究」
2) 小池美知太郎 「二酸化シリコン膜中の酸素空孔欠陥の第一原理計算による考察」

＜受賞＞

1. Best　Poster Award、岩田潤一、" First-principles calculations for Si nanowires in nanometer diameters", J.-I. Iwata, K. Shiraishi, A. Oshiyama, International Symposium Silicon Nano Device 2030, 2009.10.13-14 Tokyo
2. IEEE Japan Chapter Student Award, 山口慶太、"Atomistic Guiding Principles for MONOS-Type Memories with High Program/Erase Cycle Endurance"