

平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

◆ 記入に当たっては、「平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書記入要領」を参照してください。

ローマ字		TABE MICHIHARU					
① 研究代表者氏名		田部 道晴			② 所属研究機関・部局・職		静岡大学・電子工学研究所・教授
③ 研究課題名	和文	シリコン単電子デバイスの時空間輸送制御と新機能の開発					
	英文	Silicon single-electron devices: Time-space control of transport and development of new functions					
④ 研究経費		平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	総合計
18年度以降は内約額 金額単位：千円		21,000	38,600	6,300	8,400	3,800	78,100
⑤ 研究組織（研究代表者及び研究分担者） *平成18年3月31日現在							
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）				
田部 道晴	静岡大学・電子工学研究所・教授	半導体工学	研究の総括、単電子デバイス作製、光照射による単電子輸送制御				
池田 浩也	静岡大学・電子工学研究所・助教授	半導体工学	マルチドット系における単電子輸送シミュレーション				
石川 靖彦	東京大学・大学院工学系研究科・助手	半導体工学	高周波印加による単電子輸送制御、均一ポテンシャルを有する単電子FETの作製と評価				
ラトノ・ヌルヤディ	静岡大学・電子科学研究科・COE 特別研究員	半導体工学	2次元マルチドットFETの作製、光照射による単電子輸送制御				
小野 行徳	NTT・物性科学基礎研究所・主任研究員	半導体工学	高周波印加による単電子輸送制御				
雨宮 好仁	北海道大学・情報科学研究科・教授	集積回路工学	単電子輸送シミュレーション				
⑥ 当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>本研究は、2次元SiマルチドットFETを作製し、光照射と高周波ゲートを組み合わせることによって単電子輸送を時間的・空間的に制御し、新しい信号処理機能を開拓していくことを目的とする。具体的には、本研究期間内に以下の項目を行う。</p> <p>(1) 独自のナノスケール選択酸化法を用いて、単結晶Siドットが2次的に連結したマルチドットFETを作製し、単電子輸送特性と輸送経路を明らかにする。</p> <p>(2) 近赤外～近紫外光を分光照射し、単電子トンネル電流の光応答特性(光ゲート効果)を解明する。</p> <p>(3) ゲートにMHz帯の高周波電圧を印加することによって、電子を1個ずつ転送させる単電子ポンプやターンスタイル動作を試みる。これと直流ゲートバイアス効果及び光ゲート効果を組み合わせることによって、キャリアの発生・転送・経路を同時に制御する手法を開拓する。</p> <p>(4) 考案した「均一ナノドット形成法」を用いてマルチドットFETを形成する。接合容量などの回路定数が均一となることから、時間的・空間的に秩序化された単電子輸送が生じる可能性がある。</p> <p>なお、単電子輸送の評価には、電流-電圧測定とそのシミュレーション解析に加えて、時間的・空間的直接観測手法として、極低温KFM（走査型表面電位顕微鏡）を用いる。</p> <p>すなわち、本研究は、これまでの「統計的電子集団のマクロ輸送制御」から「個々の電子の輸送制御」というパラダイム転換を目指すものである。このような新デバイスは、極限的低消費電力・自律信号処理を特徴とする新しい信号処理手法に結びつくものであり、旧来型の集積回路の概念を一新する可能性を持っている。</p>							

⑦これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

本研究では、2次元SiマルチドットFETを対象として、光照射やゲートへの高周波印加によって単電子輸送を時間的・空間的に制御し、新しい信号処理機能を開拓することを目的としている。これまでの主な研究成果は、以下の通りである。

(1) 2次元マルチドットFETの作製と単電子輸送特性

単結晶Siドットが互いに連結した2次元マルチドットFET(図1)を作製し、単電子(単正孔)トンネル特性を観察した。その特性から、キャリアは2次元ドットチャンネル中の最もコンダクタンスの小さい経路(パーコレーションパス)を伝導するものと考えられる。KFM(走査型表面電位顕微鏡)を用いてこのキャリア伝導経路の直接観察に取り組んでおり、予備実験として室温でキャリアの伝導経路を観察している。現在、極低温動作時の単電子輸送経路を観察するための準備を進めている。

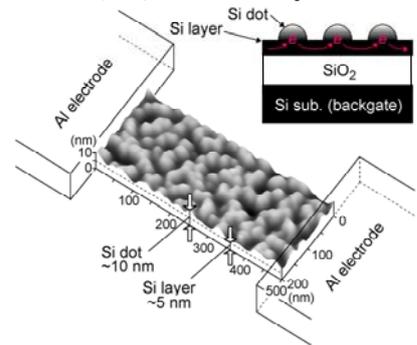


図1 マルチドットFET: 電子(正孔)は単結晶ドット間をトンネルして移動する。

(2) 単電子トンネル電流の光応答特性

2次元マルチドットFETに白色光を照射することにより、単電子/単正孔トンネル特性における電流ピークの生成・消滅やピークシフトが観察された。また、特定のゲート電圧・ドレイン電圧条件下において、可視光の分光照射により単正孔トンネル特性中にフォトン吸収に対応したRTS(ランダムテレグラフシグナル)を観測した(図2)。Si中の吸収係数まで考慮したシミュレーションと比較検討を行ったところ、このRTS特性が単光子吸収により誘起された素電荷のドット帯電効果として解釈できることを明らかにした。[PRB(2006)]

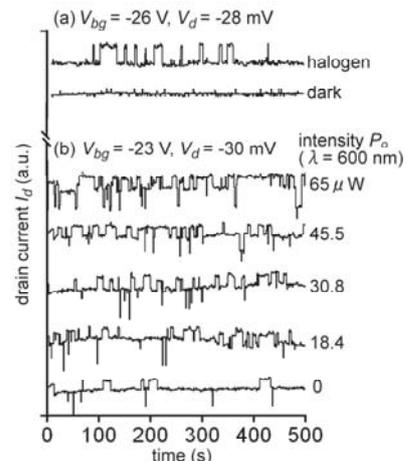


図2 光照射強度に対するRTS特性の変化: 電流値のステップ状の変化が個々のフォトン吸収に対応している。

(3) 高周波ゲート電圧印加による単電子転送動作

2次元ランダムマルチドットFETの等価回路を用いたシミュレーション解析から、不均一マルチドット系においても、共通単一ゲートに高周波電圧を印加すると1パルスごとに電子1個をソースからドレインに転送するターンスタイル動作が可能であることを見出した(図3)。さらに、2つのゲート電圧を用いたときの単電子ポンプ動作の実現可能性も見出した。[JAP(2006)]

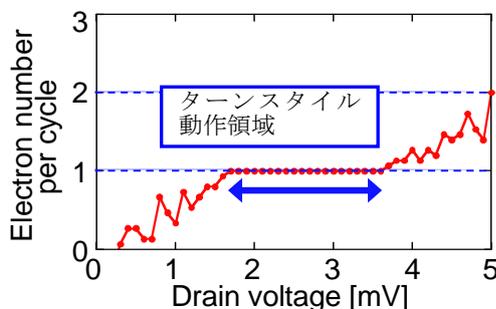
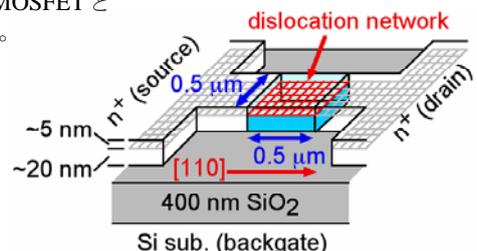
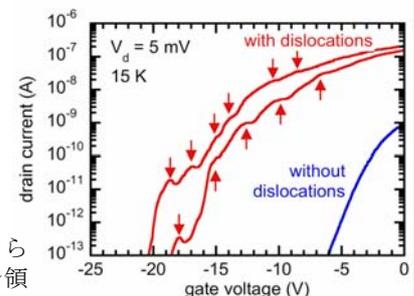


図3 不均一マルチドット系におけるターンスタイル動作: 高周波ゲート1周期当たりの転送電子数がちょうど1個の領域が存在する。

(4) 均一ナノドットFETの作製と単電子輸送

2枚の(100)SOI層をわずかに面内角度をずらせて貼り合わせ、これによって形成されるらせん転位を内包した、いわゆるバイクリスタルFETを作製した(図4)。このFETの I_d - V_g 特性について詳しく調べた結果、観察される電流振動が単電子特性であることを明らかにした。さらに、貼り合わせ界面の位置によって転位網チャンネルのしきい値電圧が変化することを見出した。[APL(2006)]

図4 バイクリスタルFET: らせん転位網をチャンネル領域に内包したMOSFETとその単電子特性。



⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

以上述べたように、この2年間の研究によっていくつかの顕著な成果があったと考える。第1は、Siマルチドット型単電子FETによる単光子の検出である。第2は、転位網に由来する単電子特性の発見である。第3は、ランダムドット系でも規則正しい単電子転送が可能であることをシミュレーションで示したことである。これらは、Siマルチドットという舞台を用意して、単光子と単電子を操作する、という新しい研究展開を可能とするものである。さらに、本研究計画においては付随的な発見であるが、デバイス作製工程に関連して、数nm厚さの薄い単結晶Si層(SOI層)の熱的不安定性について研究を行い、面方位に依存してSOI層の熱凝集形状が、規則配列するアイランドや細線に分類されることを発見した。SOI層の熱変形に関しては1994年以来継続して研究を行ってきており、系統だった知見が得られつつある。以下、項目別にその意義や今後の発展可能性について述べる。

1. Siマルチドット型単電子FETによる単光子の検出

マルチドット型単電子FETに対する光照射効果は、期待以上の大きな進展があり、単光子の検出を実証することができた。本来、単電子FETは現在考えうる最高の感度を持つ超高感度電位計であるため、電流経路の近傍に発生したたった1個の電子(素電荷)によってソース・ドレイン間電流が変調を受ける。すなわち、光子が1つのSiドットで吸収されると1つの電子・正孔対が生成され、電場によってこの電子と正孔が空間的に分離されると電流経路のポテンシャルを変調し、電流が変動する。我々のデバイスは、マルチドット系全体が同一の単結晶薄層を選択酸化によって作製したものであるため、単結晶性が保証されており、再結合を抑制して高効率で光誘起電荷を捉えることができる。これまでも、1990年頃から最近に至るまで化合物半導体の単電子デバイスで光子を検出した報告が数件あるが、Siで単光子吸収の効果を明瞭に示したのは本報告が初めてである。今後、単光子と単電子トンネリングとの融合により、単光子による単電子電流経路スイッチングなど新しい概念がデバイス化に向けて展開できる可能性がある。

2. 人工転位網を内包したFETの単電子特性

比較的規則正しい配列をもった多重トンネル接合の形成法として、Si単結晶層同士の貼り合わせ界面にできる転位網の利用を提案した。(100)単結晶面同士を面内のずれ角を数度もたせて貼り合わせると、ずれ角に逆比例したピッチでらせん転位網が形成されることは2000年頃から数件報告されていた。しかし、これをデバイスに利用する試みは報告例がない。転位線の原子欠陥に沿ってトラップ電荷によるバンドの曲がりが生じ、これがnm周期のポテンシャルの凹凸になって、単電子トンネル特性が得られることを予見した。結果は、ほぼ予想通りのものであり、初めて結晶欠陥を積極的に利用したデバイスを実現した。転位がもつ応力場が周期ポテンシャルを形成している可能性もあり、学問的にも奥深い。今後、この成果を契機に結晶欠陥の電子デバイスへの応用という新しい研究ジャンルを開拓していきたい。

3. ランダムドット系での規則機能(ターンスタイル、ポンプ)の予測

我々が作製できるマルチドット型FETは、程度の差はあるが、その大きさや配置にはランダムネスが伴う。これはナノ領域のデバイスの宿命ともいえるが、ポストスケールリングに向けたLSIを指向するにはランダムな構造の下でも規則的な伝導を発現させることが必須である。我々は、多重接合系で接合容量、ゲート容量、およびトンネル抵抗を故意にばらつかせて、ゲートに高周波を印加したときソース電極からドレイン電極に向かって、電子が1周期ごとに1個ずつ転送されるかどうかオーソドックスセオリーと呼ばれる理論を基にしてシミュレーションにより調べ、ある電圧条件下でこれが実現されることを見出した。ランダム系での規則機能は、ナノデバイスを発展させる上で必要不可欠なものであり、これが可能であることを示せたことは極めて大きな一歩と考える。ランダムネスの程度と発現する規則性の関係解明は今後、実験的検証とともに極めて重要な課題となる。

4. 薄いSOI層の熱凝集による細線、ドットの自己形成の発見

本研究の、デバイス作製工程で用いる数nm厚さのSOI層は、(100)面方位の場合は真空中加熱によって熱凝集して安定な自己配列したSiドットが形成されることを発見し、これまで報告してきた。今期は、さらに、(111)SOI層を熱凝集させると多数のSi細線が<112>方向に並ぶことを発見した。すなわち、SOI層の結晶方位がドットと細線を区別して自己生成し、かつこの現象は(311)面という特別な面方位が決定的役割を担っていることを見出した。薄いSi単結晶の自己組織化の発見は、学問的な意義が大きいものとする。

- ⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

論文

1. Zainal A. Burhanudin, Ratno Nuryadi, Yasuhiko Ishikawa, and Michiharu Tabe: "Transition from wire formation to island formation in thermal agglomeration of (111) silicon-on-insulator layer", Thin Solid Films (2006), in press.
- ② Hiroya Ikeda and Michiharu Tabe: "Numerical Study of Turnstile Operation in Random-Multidot-Channel Field-Effect Transistor", Journal of Applied Physics, 99 (7), pp. 073705-1 - 073705-6 (2006).
3. Daniel Moraru, Hiroshi Kato, Seiji Horiguchi, Yasuhiko Ishikawa, Hiroya Ikeda, and Michiharu Tabe: "Fowler-Nordheim Current Oscillations in Si(111)/SiO₂/twisted-Si(111) Tunneling Structures", Japanese Journal of Applied Physics, 45(11), pp. L316-L318 (2006).
4. Michiharu Tabe, Hiroya Ikeda and Yasuhiko Ishikawa: "Silicon Nanoelectronics, chapter 6 Resonant tunneling in Si nanodevices", CRC Press (2006) edited by Shunri Oda and David Ferry.
- ⑤ Yasuhiko Ishikawa, Chihiro Yamamoto and Michiharu Tabe: "Single-electron tunneling in a silicon-on-insulator layer embedding an artificial dislocation network", Applied Physics Letters, 88 (7), pp. 073112-1 - 073112-3 (2006).
- ⑥ Ratno Nuryadi, Yasuhiko Ishikawa, and Michiharu Tabe: "Single-photon-induced random-telegraph-signal in a two-dimensional multiple-tunnel-junction array", Physical Review B, 73 (4), pp. 045310-1 - 045310-7 (2006).
7. Zainal A. Burhanudin, Ratno Nuryadi, Yasuhiko Ishikawa, Michiharu Tabe, and Yukinori Ono: "Thermally-induced formation of Si wire array on an ultrathin (111) silicon-on-insulator substrate", Applied Physics Letters, 87 (12), pp.121905-1- 121905-3 (2005).
8. Yasuhiko Ishikawa, Kazuaki Yamauchi, Chihiro Yamamoto and Michiharu Tabe: "Conductivity Enhancement in Thin Silicon-on-Insulator Layer Embedding Artificial Dislocation Network", Materials Research Society Symposium Proceedings, 864, pp. E6.5.1-E6.5.6 (2005).
9. Masahiko Maeda, Teruyoshi Watanabe, Yasuhiro Imai, Yasuhiko Ishikawa, and Michiharu Tabe: "Diffusion of Li in the silicon oxide films and evaluation of Li-induced surface potential", Applied Surface Science, 244 (1-4), pp.61-64 (2005).
10. Ratno Nuryadi, Hiroya Ikeda, Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe: "Current fluctuation in single-hole transport through a two-dimensional Si multidot", Applied Physics Letters, 86 (13), pp. 133106-1 - 133106-3 (2005).
11. Yasuhiko Ishikawa, Hiroya Ikeda and Michiharu Tabe: "Potential-well-roughness-induced transition from resonant tunneling to single-electron tunneling in Si/SiO₂ double-barrier structure", Applied Physics Letters, 86 (1), pp.013508-1 - 013508-3 (2005).
12. Hiroya Ikeda, Ratno Nuryadi, Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe: "Photoinduced effects on single-charge tunneling in a Si two-dimensional multi-dot FET", Japanese Journal of Applied Physics, 43 (6B), pp.L759 - L761 (2004).

国際会議

1. (招待講演) Michiharu Tabe, Ratno Nuryadi, Yasuhiko Ishikawa and Hiroya Ikeda: "SOI-based Silicon Nanodevices", 2005 Thirteenth International Workshop on The Physics of Semiconductor Devices (IWPSD), New Delhi, India, December, 2005.
2. (招待講演) Hiroya Ikeda and Michiharu Tabe: "Fabrication and Characteristics of Si Nanostructure Devices", 2005 Asian Physics Symposium, Bandung, Indonesia, December, 2005.
3. Ratno Nuryadi, Hiroya Ikeda, Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe: "Single-Photon Detection by Silicon Multidots Single-Charge-Tunneling Transistor", 2005 Asian Physics Symposium, Bandung, Indonesia, December, 2005.
4. (招待講演) Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe: "Artificial dislocation network for Si Nanodevices", 2005 International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2005), Tokyo, October, 2005.
5. (招待講演) Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe: "Artificial dislocation network in SOI nanodevices and its transport characteristics", 2nd International Symposium on Point Defect and Nonstoichiometry (ISPN2), Kaohsiung, Taiwan, October, 2005.
6. Hiroya Ikeda and Michiharu Tabe: "Single-charge-tunneling behaviors in two-dimensional random multidot channel FET", 2nd International Symposium on Point Defect and Nonstoichiometry (ISPN2), Kaohsiung, Taiwan, October, 2005.
7. M. Tabe, Ratno Nuryadi, H. Ikeda and Y. Ishikawa: "Si multidot single-charge-tunneling devices and their photoresponse", 2nd International Symposium on Point Defect and Nonstoichiometry (ISPN2), Kaohsiung, Taiwan, October, 2005.
8. D. Moraru, H. Kato, S. Horiguchi, Y. Ishikawa, H. Ikeda and M. Tabe: "Fowler-Nordheim current oscillations in Si(111)/SiO₂/twisted-Si(111) tunneling structures", 2005 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2005), Kobe, September, 2005.
9. H. Ikeda and M. Tabe: "Multi-Charge Turnstile Operation in Random-Multidot Channel FET", 2005 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2005), Kobe, September, 2005.
10. Y. Ishikawa, C. Yamamoto and M. Tabe: "Artificial Dislocation Network in Silicon-on-Insulator Layer for Single-Electron Devices", 2005 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2005), Kobe, September, 2005.

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

11. H. Ikeda and M. Tabe: "Single-charge-tunneling behaviors in two-dimensional random multidot channel field-effect transistors", 4th International Conference on Global Research and Education (Inter-academia 2005), Wuppertal, Germany, September, 2005.
12. M. Tabe, Ratno Nuryadi, Y. Ishikawa, H. Ikeda, Z.A. Burhanudin and D. Moraru: "Single-photon detection by Si single-charge-tunneling devices", 4th International Conference on Global Research and Education (Inter-academia 2005), Wuppertal, Germany, September, 2005.
13. M. Nagase, Y. Ishikawa, Y. Ono, and M. Tabe : "Imaging of Nano-Scale Embedded Dislocation Network in Si Bicrystal", 2005 IEEE Si Nanoelectronics Workshop, Kyoto, June, 2005.
14. R. Nuryadi, H. Ikeda, Y. Ishikawa, and M. Tabe : "Photo Irradiation Effect on Random-Telegraph-Signal in a Two-Dimensional Si Multidot FET", 2005 IEEE Si Nanoelectronics Workshop, Kyoto, June, 2005.
15. H. Ikeda, and M. Tabe : "Single-Charge Transfer by Random-Multidot-Channel FET", 2005 IEEE Si Nanoelectronics Workshop, Kyoto, June, 2005.
16. H. Ikeda, R. Yamamoto, M. Watanabe, R. Nuryadi and M. Tabe : "Direct Observation of Current Path on Si Multidot-Chanel FET", 4th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-4), Awaji, May, 2005.
17. Z. A. Burhanudin, R. Nuryadi, Y. Ishikawa, Y. Ono and M. Tabe : "Formation of Si Wires by Thermal Agglomeration of Ultrathin (111) SOI Layer", Fourth Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-4), Awaji, May, 2005.
18. Yasuhiko Ishikawa, Kazuaki Yamauchi, Ratno Nuryadi, Hiroya Ikeda, and Michiharu Tabe : "Conductivity Enhancement In Thin Silicon-on-Insulator Layer Embedding Artificial Dislocation Network", Materials Research Society Symposium Spring Meeting, San Francisco, March, 2005.
19. Michiharu Tabe : "Si Multi-Junction Single-Charge Devices, The 1st International Symposium on Nanovision Science", Hamamatsu, February, 2005.
20. Ratno Nuryadi, Hiroya Ikeda, Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe : "Single-photon-induced random-telegraph-signal observed in a two-dimensional Si multidot structure", The 1st International Symposium on Nanovision Science, Hamamatsu, February, 2005.
21. Z. A. Burhanudin, R. Nuryadi, Y. Ishikawa, Y. Ono and M. Tabe : "Si nanowires formed by thermal agglomeration of (111) SOI layer", The 1st International Symposium on Nanovision Science, Hamamatsu, February, 2005.
22. D. Moraru, H. Kato, Y. Ishikawa, and M. Tabe : "Interference Effect of Tunneling Electrons in Single-crystalline-Si/SiO₂/single-crystalline-Si Diodes", The 1st International Symposium on Nanovision Science, Hamamatsu, February, 2005.
23. Yasuhiko Ishikawa, Ratno Nuryadi, and Michiharu Tabe : "Si Bicrystal Devices", The 1st International Symposium on Nanovision Science, Hamamatsu, February, 2005.
24. (招待講演) M. Tabe, Ratno Nuryadi, H. Ikeda and Y. Ishikawa : "Si Multidot Single-Charge Tunneling Devices", 2004 International Conference on Solid-State and Integrated-Circuit Technology (ICSICT'2004) Beijing, China, October, 2004.
25. Y. Ishikawa, K. Yamauchi, H. Ikeda, Y. Ono, M. Nagase and M. Tabe : "Formation of Nanometer-Scale Dislocation Network Sandwiched by Silicon-on-Insulator Layers", 2004 International Conference on Solid State Devices and Materials, Tokyo, September, 2004.
26. R. Nuryadi, H. Ikeda, Y. Ishikawa and M. Tabe : "Charge polarization effect on single-hole-characteristics in a two-dimensional Si multidot structure", 2004 International Conference on Solid State Devices and Materials, Tokyo, September, 2004.
27. H. Ikeda, R. Nuryadi, Y. Ishikawa and M. Tabe : "Transition of a Single-Charge-Tunneling Mode in Two-Dimensional Multidot Structures from Quasi-Crystal to Quasi-Amorphous System", 3rd International Conference on Global Research and Education in Systems (Inter-academia 2004), Budapest, Hungary, September, 2004.
28. (招待講演) M. Tabe, Y. Ishikawa, R. Nuryadi and H. Ikeda : "Si Single-Electron and Single-Hole Tunneling Devices", 3rd International Conference on Global Research and Education in Systems (Inter-academia 2004), Budapest, Hungary, September, 2004.
29. (招待講演) Y. Ishikawa, H. Ikeda and M. Tabe : "Si/SiO₂ Resonant Tunneling Diodes Based on Silicon-on-Insulator Structure", Sixth European Workshop on Low Temperature Electronics (WOLTE-6), Netherlands, June, 2004.
30. Y. Ishikawa, Y. Mori, H. Ikeda and M. Tabe : "Effect of transverse momentum on direct tunneling of electrons through Si/SiO₂/Si single barrier structure", 12th Int. Conf. Solid Films and Surfaces (ICSFS-12), Hamamatsu, June, 2004.
31. Y. Imai, Y. Ishikawa, T. Mizuno, H. Ikeda and M. Tabe : "Thermal agglomeration of line-patterned SOI layer", 12th Int. Conf. Solid Films and Surfaces (ICSFS-12), Hamamatsu, June, 2004.
32. T. Watanabe, M. Maeda, Y. Imai, Y. Ishikawa and M. Tabe : "Evaluation of surface potential for alkaline-metal ion doped insulating films", 12th Int. Conf. Solid Films and Surfaces (ICSFS-12), Hamamatsu, June, 2004.
33. Ratno-Nuryadi, J. Kinomoto, H. Kato, H. Ikeda, Y. Ishikawa and M. Tabe : "Multi-gate control of single-electron-tunneling in Si multidot field-effect transistors", 12th Int. Conf. Solid Films and Surfaces (ICSFS-12), Hamamatsu, June, 2004.
34. (招待講演) Y. Homma, M. Tabe and T. Ogino : "Self assembly of nanostructures and carbon-nanotube interconnection", 12th Int. Conf. Solid Films and Surfaces (ICSFS-12), Hamamatsu, June, 2004.
35. Ratno-Nuryadi, H. Ikeda, Y. Ishikawa and M. Tabe : "Change of Single-Electron-Tunneling Percolation-Path Due to Light Illumination", 2004 IEEE Si Nanoelectronics Workshop, pp. 115-116, Hawaii, June, 2004.
36. Y. Ishikawa, K. Osada, H. Ikeda and M. Tabe : "Transition from Resonant Tunneling to Single Electron Tunneling Due to Lateral Size Shrinkage of Si/SiO₂ Double Barrier Structure", 2004 IEEE Si Nanoelectronics Workshop, Hawaii, June, 2004.

- ⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

国内学会

1. (シンポジウム講演) 田部道晴、ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、池田浩也: "SOI構造を用いたSiマルチドット単電子トンネルFET"、2006年春季第53回応用物理学会関係連合講演会、武蔵工業大学、東京、2006年3月。
2. 横井清人、池田浩也、田部道晴: "ランダム系多重ドットトランジスタによるポンプ動作シミュレーション"、2006年春季第53回応用物理学会関係連合講演会、武蔵工業大学、東京、2006年3月。
3. ザイナル・ブルハヌディン、ラトノ・ヌルヤディ、田部道晴: "単正孔トンネリングSOI-FETにおける光照射効果"、2006年春季第53回応用物理学会関係連合講演会、武蔵工業大学、東京、2006年3月。
4. ダニエル・モラル、永田大輔、田部道晴: "Si/SiO₂/Si系におけるFowler-Nordheim電流振動の温度依存性"、2006年春季第53回応用物理学会関係連合講演会、武蔵工業大学、東京、2006年3月。
5. 石野敏也、山本智寛、石川靖彦、ラトノ・ヌルヤディ、田部道晴: "人工転位網を内包したSOI-MOSFETの輸送特性"、2006年春季第53回応用物理学会関係連合講演会、武蔵工業大学、東京、2006年3月。
6. ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、田部道晴: "Si多重ドット構造における単一フォトン誘起ランダム・テレグラフ・シグナル"、電子情報通信学会ED/SDM合同研究会、北海道大学、札幌、2006年1月。
7. 石川靖彦、山本智寛、田部道晴: "人工転位網を内包したSOI構造を用いたシリコンナノデバイス"、電子情報通信学会ED/SDM合同研究会、北海道大学、札幌、2006年1月。
8. (招待講演) 田部道晴、ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、池田浩也: "2次元マルチドット型Si単電荷デバイスと単一フォトン検出への応用"、第9回NAIST科学技術セミナー「光のマニピュレーションと次世代デバイス」、奈良先端科学技術大学院大学、2005年11月。
9. ラトノ・ヌルヤディ、池田浩也、石川靖彦、田部道晴: "二次元多重ドット構造における光誘起ランダム・テレグラフ・シグナルのシミュレーション"、2005年秋季第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学、徳島、2005年9月。
10. 永田大輔、ザイナル・ブルハヌディン、ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、田部道晴: "転位網を内包したSOI層の熱凝集現象"、2005年秋季第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学、徳島、2005年9月。
11. 山本隆太、渡邊正人、池田浩也、田部道晴: "KFMによるSi多重ドットチャネルトランジスタの電流経路観察"、2005年秋季第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学、徳島、2005年9月。
12. 池田浩也、田部道晴: "ランダム系多重ドットトランジスタによる多重電子転送制御"、2005年秋季第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学、徳島、2005年9月。
13. 石川靖彦、山本智寛、田部道晴: "人工転位網を内包したSOI-MOSFETの輸送特性"、2005年秋季第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学、徳島、2005年9月。
14. (招待講演) 田部道晴、石川靖彦、ラトノ・ヌルヤディ、池田浩也: "SOI構造を用いたSiトンネルデバイスと光応答"、日本学術振興会 未踏・ナノデバイステクノロジー第151委員会研究会、東京、2005年5月。
15. (招待講演) 田部道晴、石川靖彦、ラトノ・ヌルヤディ、池田浩也: "ナノスケールSOI構造を用いたSiトンネルデバイス"、日本学術振興会 薄膜第131委員会研究会、東京、2005年4月。
16. 池田浩也、田部道晴: "ランダム系多重ドットトランジスタの交流動作特性シミュレーション"、第52回応用物理学会関係連合講演会、埼玉大学、埼玉、2005年3月。
17. ダニエル・モラル、加藤拓、石川靖彦、田部道晴: "単結晶Si/SiO₂/単結晶Si貼り合わせ構造におけるFN振動"、第52回応用物理学会関係連合講演会、埼玉大学、埼玉、2005年3月。
18. ラトノ・ヌルヤディ、池田浩也、石川靖彦、田部道晴: "Si多重ドット構造における光誘起ランダム・テレグラフ・シグナル"、第52回応用物理学会関係連合講演会、埼玉大学、埼玉、2005年3月。
19. ザイナル・ブルハヌディン、ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、小野行徳、田部道晴: "極薄SOI(111)層の熱凝集によるSi細線およびアイランド形成"、第52回応用物理学会関係連合講演会、埼玉大学、埼玉、2005年3月。
20. (招待講演) 田部道晴: "シリコンマルチドット型単電子・単正孔デバイス"、東京工業大学量子ナノエレクトロニクス研究センター講演会、東京、2005年1月。
21. (招待講演) 田部道晴: "シリコンマルチドット型単電子・単正孔デバイス"、電気学会ナノファブリケーション調査専門委員会、浜松、2004年11月。
22. ラトノ・ヌルヤディ、池田浩也、石川靖彦、田部道晴: "Si多重ドット構造における単正孔トンネル電流の電荷極性効果"、2004年秋季第65回応用物理学会学術講演会、東北学院大学、仙台、2004年9月。
23. 池田浩也、伊藤誠、ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、田部道晴: "ランダム系多重ドットトランジスタの単電子特性シミュレーション"、2004年秋季第65回応用物理学会学術講演会、東北学院大学、仙台、2004年9月。
24. 渡邊照芳、前田正彦、今井泰宏、石川靖彦、池田浩也、田部道晴: "アルカリ金属元素をドーブした絶縁膜の表面電位測定(II)"、2004年秋季第65回応用物理学会学術講演会、東北学院大学、仙台、2004年9月。
25. 石川靖彦、今井泰宏、池田浩也、小野行徳、田部道晴: "SOI細線の熱凝集現象におけるパターン加工プロセスの影響"、2004年秋季第65回応用物理学会学術講演会、東北学院大学、仙台、2004年9月。
26. 石川靖彦、長田浩平、池田浩也、田部道晴: "Si/SiO₂共鳴トンネル構造におけるSi井戸層のドット化効果"、電子情報通信学会ED/CPM/SDM合同研究会、浜松、2004年6月。