

# Nano-Fabrication using Single Wall Carbon Nanotube AFM Cantilever

Kazuhiko Matsumoto, \* Masami Ishii

Electrotechnical Laboratory, \* CREST, Japan Science and Technology Corporation  
 e-mail: Kmatumot@etl.go.jp

For the fabrication of less than 10nm size devices, the single wall carbon nanotube AFM cantilever was developed. Figure 1 shows the schematic structure of the carbon nanotube AFM cantilever where the single wall carbon nanotube was grown directly on to the silicon tip. The fabrication process of this cantilever is as follows; After the liquide chemical catalyst which includes the Fe ions was coated using the injector to the conventional Si cantilever tip, the sample was then set in the CVD furnace. The hydro-carbonate gas was flowed at high temperature and the single wall carbon nanotube then started to grow using the catalyst as a species and followed up the wall of the silicon tip to the top, and finally protruded from the silicon tip. Figure 2 shows the SEM image of the carbon nanotube AFM cantilever. The size of the carbon nanotube tip is more than ten times smaller than the conventional Si cantilever. Using the AFM nano-oxidation process shown in Fig. 3, the surface of the Ti was oxidized to form the TiOx lines. Owing to the smaller size of the carbon nanotube AFM tip, the size of the TiOx line is as small as 6nm as shown in Fig. 4, which is 3~4 times smaller than that fabricated using the conventional Si AFM tip. Using these TiOx lines as tunnel junctions, the single electron transistor was fabricated. The drain current of the single electron transistor with 10nm wide TiOx lines made by carbon nanotube AFM tip attains 100 times larger value than the SET with 20nm wide TiOx lines made by the conventional Si AFM tip as shown in Fig. 5. Using the newly developed fabrication process, we have succeeded in fabricating the 6nm wide tunnel junction and succeeded in improving the SET characteristics.

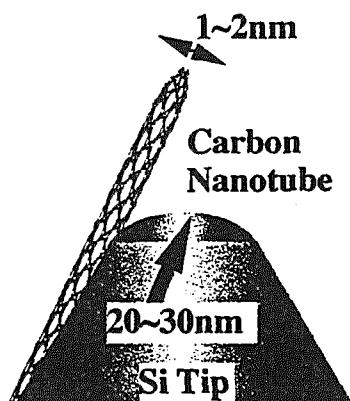


Fig. 1, Schematic Structure of Carbon Nanotube AFM Tip

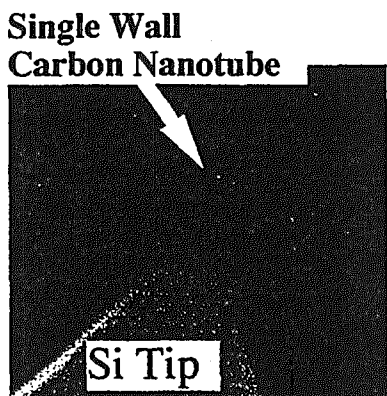


Fig. 2, Carbon Nanotube at Top of Si Tip

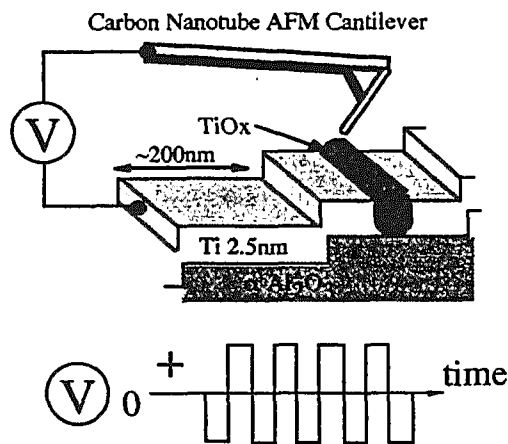


Fig. 3, AFM Nano-Oxidation Process by CN AFM Tip.

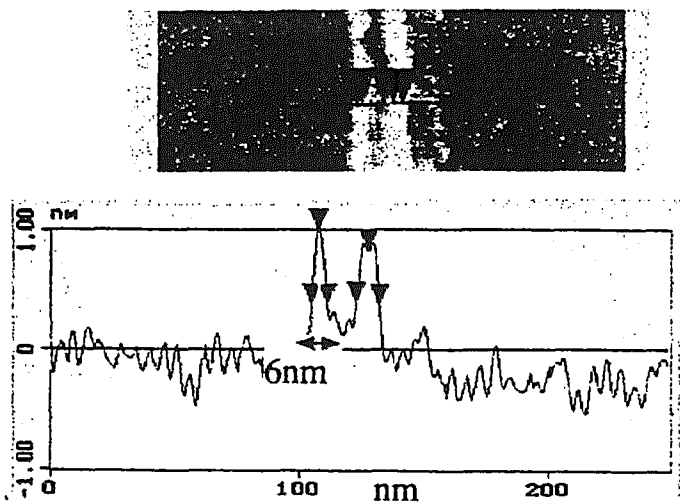


Fig. 4, AFM Image and cross section of 6nm TiOx line made by CN AFM cantilever

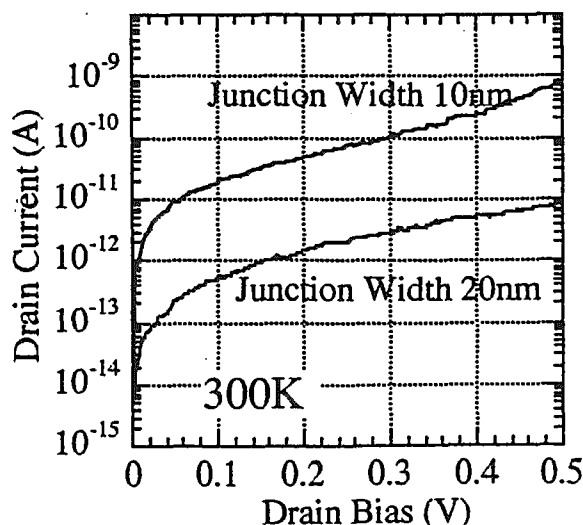


Fig. 4, Comparison of drain current of SET with 10nm & 20nm tunnel junction width.

## (1) Publications

- 1) T.Aono, K.Ishibashi and Y.Aoyagi : Physica B272 (2000) 39-41  
"Phenomenological theory of the Rabi oscillations in coupled quantum dots"
- 2) T.Maemoto, M.Ichiu, A.Ohya, S.Sasa, M.Inoue, K.Ishibashi and Y.Aoyagi: Physica B272 (2000)110-113 "Magnetotransport in an InAs/GaSb quantum wire with a weak periodic potential"
- 3) P.Ramvall, Y.Aoyagi, A.Kuramata, P.Hacke and K.Horino: Appl.Phys.Lett. 21 (1999) 3866  
"Influence of a piezoelectric field on the electron distribution in a double GaN/AlGaN heterojunction",
- 4) X.Q.Shen, P.Ramvall, P.Riblet, Y.Aoyagi, K.Hoshi, S.Tanaka and I.Suemune,  
"Investigations of optical and electrical properties of In-doped GaN films grown by gas-source molecular beam epitaxy", Journal of Crystal Growth 209 (2000) 396
- 5) H.Kumano, K.Hoshi, S.Tanaka, I.Suemune, X.Q.Shen, P.Ribret, P.Ramvall, and Y.Aoyagi: "Effect of indium doping on the transient optical properties of GaN films", Appl. Phys. Lett. 75 (1999) 2879
- 6) X.Q.Shen, P.Ramvall, P.Ribret and Y.Aoyagi: "Improvement of optical and electrical properties of GaN films by using In-doping method during growth", Jpn. J. Appl. Phys. 38 (1999) L411
- 7) H.Hirayama and Y.Aoyagi, "Optical properties of Si-doped  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  ( $x=0.24-0.53$ ,  $y=0.11$ ) multi-quantum well structures", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 537 (1999) G3.74
- 8) H.Hirayama, Y.Aoyagi, and Y.Tanaka, "Fabrication of self-assembling AlGaIn quantum dot on AlGaIn surfaces using anti-surfactant", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 537 (1999) G9.4
- 9) Y. Mitsumori, K. Okamoto, T. Kuroda, F.Minami: "Coherent control of the 2P excitonic polarization in ZnSe", Proc. 24th Int. Conf. Semicond. Phys. (1999) II-C-1
- 10) T.Mihasi, M.Mizuno, F.Minami: "Stimulated photon echo decay arising from spectral diffusion in GaSe", Proc. 24th Int. Conf. Semicond. Phys. (1999) II-C-2
- 11) S.Matsushita, N.Hasegawa, T.Kuroda, F.Minami: "Spatially resolved photoluminescence spectra of CdTe quantum dots", Proc. 24th Int. Conf. Semicond. Phys. (1999) VII-B-54.
- 12) T.Kuroda, F.Minami, K.Inoue: "Photo accumulation effect on nonlinear emissions in semiconductor nanocrystals", Proc. 24th Int. Conf. Semicond. Phys. (1999) VII-B-61
- 13) H.Itoh, T.Takano, F.Minami, S.Nagao, H.Goto: "Type-II photoluminescence from GaP/AlP/GaP quantum wells under hydrostatic pressure", phys. stat. sol. (b)211 63 (1999).
- 14) S.Matsushita, F.Minami, A.Imada, R.Shimada, T.Koda: "Light propagation in two-dimensional photonic crystals illuminated by a tightly focused laser beam", Superlattices, Microstructures 25 347 (1999).
- 15) Y.Takahashi, S.Koshihara, F.Minami, Y.Tokura, T.Koda: "Ultrafast Dynamics of Reversible Photoinduced Neutral-Ionic Transition in Quasi-one-dimensional Organic Crystal Tetrathiafulvalene-Chloranil", Synthetic Metals 103 1961 (1999).
- 16) A.Hasegawa, F.Minami: "Spectral diffusion within exciton line in GaSe", J.Lumin. 83 & 84 127 (1999).
- 17) T.Kuroda, N.Hasegawa, F.Minami, Y.Terai, S.Kuroda, K.Takita: "Micro photoluminescence spectra of CdTe and CdMnTe self-organized quantum dots", J.Lumin. 83&84 321 (1999).
- 18) N.L.HOLMBERG, D.VASILESKA, Richard AKIS, Yuichi OCHIAI\*, and David K.FERRY : "Backscattering of electrons in a periodically corrugated quantum wire modeled with a self-consistent potential", Microelectronic Engineering ,47(1-4),151-153 (1999)
- 19) Wu N.-J., Lee H., Amemiya Y., and Yasunaga H., "Analog computation using coupled-quantum-dot spin glass," IEICE Trans. Electronics, Vol.E82-C, No.9, pp.1623-1629 (1999).
- 20) Y. Ishikawa, Shigenori Makita, Jianhua Zhang, Toshiaki Tsuchiya and M.Tabe, "Capacitance-voltage study of silicon-on-insulator structure with an ultrathin buried SiO<sub>2</sub> layer fabricated by wafer bonding," Jpn.J.Appl.Phys.Vol.38, pp.L789-L791 (1999).

- 21) Akazawa M., Kanaami K., Yamada T., and Amemiya Y., "Multiple-valued inverter using a single-electron tunneling circuit," IEICE Trans. Electronics, Vol.E82-C, No.9, pp.1607-1614 (1999).
- 22) Yamada T. and Amemiya Y., "A multiple-valued Hopfield network device using single-electron circuits," IEICE Trans. Electronics, Vol.E82-C, No.9, pp.1615-1622 (1999).
- 23) K. Tsubaki, "Quantized magnetotransport through magnetic barrier systems", Inst. Phys. Conf. Ser. 162 (1999) 373-378
- 24) Kazuhiko Matsumoto, Yoshitaka Gotoh, Tatsuro Maeda, \*John A. Dagata, \*\* James S. Harris "Metal-Based Room Temperature Operating Single Electron Devices Using Scanning Probe Oxidation" Jpn.J. Appl. Phys. Vol. 38, Part 1, No. 1B, p. 477 (1999)
- 25) Kazuhiko Matsumoto, "Room Temperature Operated Single Electron Transistor made by STM/AFM Nano-Oxidation Process", International Journal of Electronics, Vol. 86, No. 5, p. 641 (1999)
- 26) 松本和彦、後藤芳孝、前田辰郎 「AFM 微細加工法による室温動作単一電子メモリ」日本物理学会誌 9月号「最近の研究から」 Vol. 54, No. 9, p. 738-742、(1999)
- 27) Kazuhiko Matsumoto, Yoshitaka Gotoh, Tatsuro Maeda, \*John A. Dagata, \*\* James S. Harris, "Room temperature single electron memory made by pulse-mode atomic force microscopy nano-oxidation process on atomically flat  $\alpha$ -alumina substrate" Appl.Phys.Lett.Vol.1,No.2,p.239 (2000).
- 28) H. Kamada, H. Gotoh, H. Ando, T. Tamamura, J. Temmyo, "Spin-selective excitation spectroscopy of excitons and biexcitons in InGaAs quantum disks: Suppression of the spin-flip process in semiconductor zero-dimensional systems", Phys. Rev. B. vol. 60, pp. 5751-5796, 1999, Aug.
- 29) H. Kamada, J. Temmyo, E. Kuramochi, H. Ando, T. Tamamura, "InGaAs quantum disk: Fabrication via self-organization and spectroscopies", Bull. Mater. Sci. vol. 22, pp. 543-552, 1999, May.
- 30) H. Gotoh, H. Kamada, H. Ando, J. Temmyo, "Lateral electric-field effects on excitonic photoemissions in InGaAs quantum disks", Appl. Phys. Lett., vol. 76, pp.867-869, 2000, Feb.

## (2) Presentations

### International Meeting

- 1) K. Ishibashi, T. Ida, H. Kotani, Y. Ochiai, T. Sugano and Y. Aoyagi: "Characterization of SET electrometer coupled to the quantum dot in GaAs/AlGaAs 2DEG", 4th International Symposium on New Phenomena in Mesoscopic Structures, Hawaii, USA, Dec.7-11 (1998)
- 2) K. Matsumoto, Y. Gotoh, T. Maeda, \*John A. Dagata, \*\*James S. Harris: "Room Temperature Coulomb Oscillation & Memory Effect for Single Electron Memory made by Pulse-Mode AFM Nano-Oxidation Process", International Electron Device Meeting (San Francisco) Dec.8
- 3) "On the Possibility of Quantum Computing with Coupled Quantum Dots" K. Ishibashi : The 12th Japan-Germany Workshop on Information Technology, Doersden, Germany, May 2-6, 1999
- 4) "Rabi oscillation in coupled quantum dots" T. Aono, K. Ishibashi and Y. Aoyagi : The 11th International conference on Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductors (HCIS-11), Kyoto, Japan, July 19-23, 1999
- 5) "Magnetotransport in InAs/AlGaSb quantum wires with a weak periodic potential", T. Maemoto, M. Ichiu, A. Ohya, S. Sasa, M. Inoue, K. Ishibashi and Y. Aoyagi, The 11th International conference on Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductors (HCIS-11), Kyoto, Japan, July 19-23, 1999
- 6) "Formation and characterization of quasi one dimensional InAs lateral surface superlattices" M. Inoue, T. Maemoto, M. Ichiu, A. Ohya, S. Sasa, K. Ishibashi and Y. Aoyagi, The 9th International Conference on Narrow Gap Semiconductors, September 26- October 1, 1999, Humboldt-University at Berlin, Germany
- 7) "Quantum dot transport in carbon nanotubes" T. Ida, K. Ishibashi, K. Tsukagoshi, B. W. Alphenaar and Y. Aoyagi Int'l Symp. on Surface and Interfaces of Mesoscopic Devices 1999, Hawaii, USA, Dec 1999

- 8) Toward quantum state control with coupled quantum dots” K.Ishibashi and Y.Aoyagi, The Third SANKEN International Symposium on Advanced Nanoelectronics : Devices, Materials and Computing, Osaka, Japan, Mar.14-15, 2000
- 9) 黒田隆、長谷川延正、南不二雄、寺井慶和、黒田真司、滝田宏樹：“Micro photoluminescence spectra of CdTe and CdMnTe self-organized quantum dots” 12th International Conference on Dynamical Processes in Excited States of solids, (Puerto Rico, USA, 1999).
- 10) 黒田隆、山内康寛、南不二雄：“Spin beats of anisotropic excitons in GaSe”, ICL'99 (大阪、1999).
- 11) 三森義康、黒田隆、南不二雄：“Manipulation of 2P excitonic wave function in ZnSe”, ICL'99 (大阪、1999)
- 12) 黒田真司、寺井慶和、滝田宏樹、木戸義勇、黒田隆、南不二雄：“Self-organized quantum dots of diluted magnetic semiconductors  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ ”, I I - V I 族化合物半導体国際会議 (京都、1999) .
- 13) Yamada T. and Amemiya Y., "Multiple-valued logic devices using single-electron circuits," The Int'l Workshop on Surfaces and Interfaces of Mesoscopic Devices (SIMD'99), Kaanapali, USA (Dec. 6-10, 1999).
- 14) Y. Ishikawa, M. Kosugi, M. Kumezawa and M. Tabe, "Capacitance-Voltage Study of Single-Crystalline Si Layer and Si Dots on Ultrathin Buried SiO<sub>2</sub> Silicon Nanoelectronics Workshop," Abstracts pp.18-19, Kyoto, 1999.6).
- 15) Y. Ishikawa, Masaaki Kosugi, Minoru Kumezawa, Toshiaki Tsuchiya, M. Tabe, "C-V study of single-crystalline Si dots on ultrathin buried SiO<sub>2</sub> formed by nano-LOCOS process," Int. Joint Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (IJC-Si), Zao, Miyagi, (1999.9).
- 16) M. Tabe, "Silicon Nanostructures - how to control and what to expect -," Rump Session of Int. Joint Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (IJC-Si), Zao, Miyagi, 1999.9).
- 17) M. Tabe, "Controlling crystal defects in hetero-interfaces; is it still a dream?" Rump Session of Third Int. Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-III), Karuizawa, (1999.10).
- 18) Ratno Nuryadi, Yasuhiko Ishikawa and Michiharu Tabe, "Formation and ordering of self-assembled Si islands by UHV annealing of ultrathin bonded SOI," Third Int. Symp. on Control of Semiconductor Interfaces, Karuizawa, (1999.10).
- 19) M. Tabe, "What impact will nano-scale surface processes produce on future devices?" Rump Session of Int. Symp. on Surf. Sci. for Micro- and Nano-Device Fabrication (ISSS-3), Tokyo, (1999.12).
- 20) Asai T. and Amemiya Y., "A photonic-crystal logic circuit based on the binary decision diagram," International Workshop on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures (PECS'2000), T4-14, Sendai, (March 8-10, 2000).
- 21) K. Tsubaki, "Nonequilibrium Effects due to Magnetic Barriers in Two Dimensional Electron Gas", 11th Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductor, Kyoto, July 19-23.
- 22) K. Tsubaki, "Sub-Micron Vertical Magnetic Barrier Device", Int. Conf. On Solid State Devices and Materials, , Tokyo, Sep. 20-24
- 23) K. Kawasaki, D. Yamazaki, K. Tsutsui, and Y. Aoyagi ; "Control of Formation Sites of Self-Assembling GaN Dot by Focused Electron Beam Exposure", 1999 MRS Fall Meeting , Boston, MA, USA, 1999.
- 24) K. Kawasaki, D. Yamazaki, K. Tsutsui, and Y. Aoyagi ; "Site-Control of Self-Assembling GaN Quantum Dot Structures by Focused Electron Beam Exposure", SIMD , Kanapari , Maui, Hawaii, USA, 1999.
- 25) 松本和彦 "Room-Temperature Single Electron Devices by Scanning Probe Process" Advanced Workshop on 'Frontiers in Electronics' (WOFE) France, Villar deLans Jun.1999
- 26) K. Matsumoto, Y. Gotoh, T. Maeda "Various AFM Nano-Oxidation Processes for Planar Type Single Electron Transistor": 1999 Electronic Materials Conference Jun.1999
- 27) Yoshitaka Gotoh, Kazuhiko Matsumoto "Nano-Fabrication Device by Carbon Nanotube AFM Cantilever" 大阪大学 産研シンポジウム 銀杏会館 (吹田キャンパス) 2000年3月14日

- 28) Y. Gotoh, K. Matsumoto, V. Bubanja, F. Vazquez, T. Maeda, J.S.Harris "Experimental and Simulated Results of Room Temperature Single Electron Transistor Formed by Atomic Force Microscopy Nano-Oxidation Process" The 1999 Int'l Conference on Solid State Devices and Materials (Tokyo) 1999.9.22
- 29) K. Matsumoto, Y. Gotoh, T. Maeda, \*J.S.Harris "Room Temperature Single Electron Transistor by AFM Nano-Oxidation Process" - Coincidence in Experimental and Theoretical Results- Electrochemical Society, Hawaii 1999
- 30) Y. Gotoh, K. Matsumoto, T. Maeda, \*S. Manalis, \*\*J.S.Harris, \*\*C. Quate: "Experimental and Theoretical Coincidence in Room Temperature Single Electron Transistor Formed by AFM Nano-Oxidation Process" American Vacuum Society, Seattle 1999年10月25日
- 31) A. Chavez, J. Temmyo, H. Ando, "Optical nanoprobng of self-organized quantum dots", 8th Meeting of the Near Field Optics Workshop, Kawasaki, 1999.06.30.
- 32) A. Chavez, J. Temmyo, H. Ando, "Strain induced modulaion of the confinement in self-organized quantum dots produced and detected by a near-field optical probe", MSS99, Fukuoka, 1999.07.16, No. Q03.
- 33) H. Kamada, H. Ando, K. Takagahara, J. Temmyo, T. Tamamura, "Spectroscopies of exciton and biexciton in InGaAs quantum disk", ICL99, 大阪, 1999.08.23, No. S1-4.
- 34) H. Kamada, T. Takagawara, H. Ando, J. Temmyo, T. Tamamura, "Quantum interference in photoluminescence excitation processes in a single semiconductor quantum dot", 6th Conf. in Optics of Excitons in Confined System (OECS-VI), Ascona, 1999.08.30., No. Th07.

#### Domestic Meeting

- 1) Quantum Computing with Solid State Devices K. Ishibashi  
The 18th Electronic Materials Symposium, Kii-Shirahama, June 30-July 2 1999
- 2) 結合量子ドットを用いた量子ビット・量子ゲートの可能性 石橋幸治、青野友祐、青柳克信  
第60回応用物理学会学術講演会、神戸市、1999年9月1日-4日
- 3) 結合量子ドットにおけるラビ振動 青野友祐、石橋幸治、青柳克信 同上
- 4) 結合量子ドットを用いた量子相関機能 石橋幸治  
日本学術振興会極限構造電子物性第151委員会第51回研究会 神戸市、1999年9月5、6日
- 5) "半導体極微構造における量子状態制御—量子コンピューティングデバイスへの応用可能性"  
第2回量子情報技術研究会 (QIT2)、大阪 1999年11月
- 6) "半導体極微構造における量子状態制御—量子コンピューティングデバイスへの応用可能性"  
名古屋大学若手プロジェクトシンポジウム、名古屋、1999年12月2日
- 7) "カーボンナノチューブにおける単一電子輸送 (1) DC特性" 石橋幸治、井田徹哉、塚越一仁、B.L.Alphenaar、青柳克信 第47回応用物理学関係連合講演会、東京、2000年3月28-31日
- 8) "カーボンナノチューブにおける単一電子輸送(2)電磁波応答" 井田徹哉、石橋幸治、塚越一仁、B.L.Alphenaar、青柳克信 第47回応用物理学関係連合講演会、東京、2000年3月28-31日
- 9) "InAs/GaSb 単一量子細線における電子波干渉" 一字正彦、前元利彦、小林哲治、佐々誠彦、井上正崇、石橋幸治、青柳克信 同上
- 10) 塚田紀昭 "2つのポーズ・アインシュタイン凝縮系のレーザーラマン結合" 日本物理学会、関西大学、2000.3.24
- 11) 小森達也、黒田隆、石川忠彦、腰原伸也、吉野淳二、南不二雄、秋永広幸: "(GaMn)Asにおける円二色性スペクトルのキャリアー濃度依存性" 日本物理学会秋の分科会 1999年9月 盛岡
- 12) 南不二雄 "半導体中のコヒーレント過渡現象" 同上
- 13) 長谷川敦司、南不二雄 "GaSeのスペクトル拡散2" 同上
- 14) 山内康寛、黒田隆、南不二雄: "層状半導体におけるスピン量子ビートの観測" 同上
- 15) 河原亮、南不二雄 "固体中のフェムト秒パルス光伝播" 同上

- 16)寺井慶和、黒田真司、滝田宏樹、黒田隆、南不二雄「CdMnTe 自己組織化量子ドットの発光スペクトルⅡ」 同上
- 17)長谷川延正、立川篤志、黒田隆、南不二雄、寺井慶和、黒田真司、滝田宏樹 「CdTe 自己形成量子ドットにおける顕微時間分解発光」 同上
- 18)石川忠彦、小森達也、腰原伸也、黒田隆、南不二雄、吉野淳二「(GaMn)As における中赤外吸収スペクトルのキャリアー濃度依存性」日本物理学会秋の分科会 2000年3月 大阪
- 19)小森達也、石川忠彦、黒田隆、腰原伸也、吉野淳二、南不二雄、秋永広幸「(GaMn)As におけるMCD スペクトルのキャリアー濃度依存性Ⅱ」 同上
- 20)立川篤志、黒田隆、南不二雄、瀬戸悟「CdMnTe 中の磁気ポーラロン発光における励起強度依存性」 同上
- 21)河原亮、三森康義、黒田隆、南不二雄「固体中のフェムト秒パルス光伝播Ⅱ」 同上
- 22)三森康義、細谷剛、南不二雄「ZnSe 薄膜の励起子共鳴ハイパーレイリー散乱の偏光依存性」 同上
- 23)石川紫文、石川弦吾、内野雅史、榎本亮介、井田徹哉、石橋幸治、落合勇一：多層カーボンナノチューブの高周波伝導特性、日本物理学会 1999年秋の分科会 (1999年9月25日)
- 24)石川靖彦、牧田繁典、小杉真章、水野武志、田部道晴「トンネル埋め込み酸化膜をもつ極薄 SOI 構造の C-V 特性」信学技報、ED99-18、pp.51-56 (1999.4).
- 25)田部道晴、石川靖彦、久米澤稔、ラトノ・ヌルヤディ [シンポジウム講演] SOI 基板を利用した Si/SiO<sub>2</sub> ナノ界面の形成 第 60 回応用物理学会講演会予稿集 p.6 (1999.9).
- 26)金編健太郎、赤澤正道、雨宮好仁 単電子多値回路の温度特性 同予稿集 (1999.9).
- 27)ラトノ・ヌルヤディ、石川靖彦、田部道晴 SOI における Si アイランドの自己形成とその配列化 同予稿集 p.676 (1999.9).
- 28)小杉真章、久米澤稔、石川靖彦、田部道晴 ナノスケールのラフネスを形成した Si 表面の MOSC-V 特性 同予稿集 p.415
- 29)木下純臣、赤澤正道、雨宮好仁 電荷転送形単電子デバイスの転送クロック特性 同予稿集 (1999.9).
- 30)川崎隆弘、久米澤稔、石川靖彦、田部道晴 ショットドットを有する SOI 表面の KFM による電位測定 同 p.420
- 31)石川靖彦、水野武志、田部道晴 トンネル埋め込み SiO<sub>2</sub> 層をもつ極薄 SOI 構造の C-V 測定による評価 同 p.420
- 32)石川靖彦、小杉真章、久米澤稔、ラトノ・ヌルヤディ、田部道晴 高密度 Si 量子ドットの形成と電気的特性評価 表面科学会中部支部研究会、浜松、1999.12.
- 33)山田崇史、葛西誠也、雨宮好仁、長谷川英機 量子ドットアレイによるグラフ論理システム、第 47 回応用物理学会講演会予稿集 (2000.3).
- 34)木下純臣、山田崇史、葛西誠也、雨宮好仁、長谷川英機、共有二分決定グラフにもとづく量子ドット回路の設計、同上
- 35)石川靖彦、小杉真章、田部道晴 ナノスケールのラフネスをもつ Si/SiO<sub>2</sub> 界面の C-V 測定による評価、同上
- 36)赤澤正道、金編健太郎、葛西誠也、雨宮好仁、長谷川英機 ショットキーラップゲート構造を用いた単電子インバータの作成と評価、同上
- 37)小杉真章、岩月誠、石川靖彦、田部道晴 成長モード選択酸化を利用した Si ドット形成、同上
- 38)ラトノ・ヌルヤディ、久米澤稔、水野武志、石川靖彦、田部道晴 極薄 SOI 層の熱凝集初期過程 同上
- 39)椿光太郎, "Sub-micron Vertical Double Magnetic Barrier Device", 応用物理学会, 甲南大学, (1999) 1a-ZF-5.
- 40)椿光太郎, "Transverse Magnetoresistance in 2DEG Magnetic Barrier System", 第 47 回応用物理学関係連合講演会、2000年3月 (東京・青山学院大), 28-ZK-3
- 41)山崎大輔, 川崎宏治, 筒井一生, 青柳克信: 電子ビーム位置制御液滴エピタキシー法による GaN 量子ドットアレイの形成、同上
- 42)川崎宏治, 山崎大輔, 筒井一生, 青柳克信液滴エピタキシー法による GaN 量子ドットの自然形成 応用物理学会, 甲南大学, 1999年9月
- 43)山崎大輔, 川崎宏治, 筒井一生, 青柳克信; 液滴エピタキシー法による形成される GaN ドットの集束電子ビームによる位置制御、 同上 2p-W15/I
- 44)望月麻理恵、日村敦義、川崎宏治、筒井一生、「電子ビーム位置制御法による CaF<sub>2</sub> 上への高密度 Ga ドットアレイの形成とその機構」、同上
- 45)山田聡、望月麻理恵、平林文人、筒井一生、「電子ビーム位置制御法による Ga ドットアレイの形成 -CaF<sub>2</sub>

- 再成長による清浄・高選択プロセス」、第 47 回応用物理学関係連合講演会、2000 年 3 月（東京・青山学院大）
- 46)後藤芳孝、松本和彦、V. Bubanja, F. Vazquez, 前田辰郎 「3次元シミュレーションによる単一電子トランジスタの構造設計」 第 60 回応用物理学学術講演会（神戸） 1999 年 9 月 3 日
- 47)松本和彦 「カーボンナノチューブ AFM 加工と単一電子素子」  
日本学術振興会ナノプロブテクノロジー大 167 委員会 弘済会館 1999 年 11 月 12 日
- 48)後藤芳孝、松本和彦、前田辰郎 「AFM 酸化プロセスにおける Ti/TiO<sub>x</sub> バリアハイトの走査速度依存性」  
第 47 回応用物理学関係連合講演会（青山学院大学） 2000 年 3 月
- 49)V. Bubanja, Y. Gotoh, K. Matsumoto "Simulation of room temperature single-electron memory fabricated by AFM nano-oxidation process", 同上
- 50)天明, 鎌田, 倉持, 玉村「化合物半導体ナノディスク形成における界面のダイナミクス」,第 60 回秋季応物講演会, 神戸, 1999. 9.1-9.4
- 51)鎌田, 高河原, 安藤, 天明, 玉村「InGaAs 量子ドットの励起子/励起子分子光過程における量子干渉効果」, 日本物理学会 1999 年秋の分科会, 盛岡, 1999. 9.13
- 52)鎌田, 高河原, 安藤, 天明, 玉村「単一 InGaAs 量子ドット励起子におけるスピン依存量子干渉」, 第 47 回春季応物講演会, 東京, 2000. 3.28-3.
- 53)後藤, 鎌田, 安藤, 天明 「InGaAs 量子ディスクにおける励起子シュタルク効果」, 同上
- 54)A. Chavez, J. Temmyo, H. Ando, "Pressure-induced electronic coupling of self-organized quantum dots by a near-field optical probe", 同上

(3) Patent      no application