

Basic Properties of CaF₂/Diamond MIS-Structure

Takeshi KOBAYASHI and Tetsuro MAKI

JST CRST, Graduate School of Osaka University (Toyonaka, Osaka 560-8531)

(E-mail: kobayasi@sup.ee.es.osaka-u.ac.jp)

In this article, the electrical and chemophysical properties of CaF₂/diamond MIS structures. As a whole, it can be definitely said that CaF₂/diamond MIS interface has a lot of unique features not available in the other system. We have investigated them through the MIS capacitance, surface conductivity and XPS measurements.

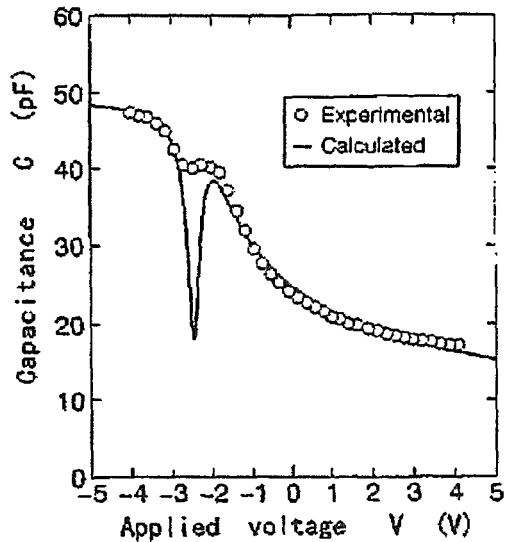


Fig.1. A typical $C-V$ curve. B-doped diamond film was used. Solid line is a calculated one assuming $N_A=1.3 \times 10^{18}/\text{cm}^3$.

From the theory, we have long expected to obtain a dip structure at the flat band voltage in the $C-V$ curve. A CaF₂/B-doped diamond MIS diode exhibited a dip curve as shown in Fig.1, suggesting that CaF₂/diamond MIS interface stays at the sound stage and that even diamond MIS containing a deep-level acceptors obeys a familiar theory. From our previous work, it is known that oxygen absorbant brings about a fatal damage to the electrical properties of diamond surface via formation of the surface states at 1-1.5 eV from the valence band edge. [1,2] The EB evaporation of CaF₂ onto diamond at the elevated temperatures is expected to promote substitution of oxygen by the deposited fluorine. Although data are not given here, XPS measurement appeared that fluorine-

coverage of the diamond surface develops in place of oxygen absorbant prevailed before deposition of CaF₂ insulating film. According to our supplemental work, Ca atom in the film helps a lot the oxygen reduction process during deposition [3].

We found an occurrence of diamond surface conduction after CaF₂ deposition.[2] It can be well compared with the surface conduction of the hydrogen-terminated diamond. We closely studied the new type surface conduction of diamond. As shown in Fig.2, the surface conduction markedly increased with the CaF₂ deposition temperature, and there exists a critical deposition temperature for creating conduction at around 450°C.[2] This value corresponds to the onset temperature of diamond fluorination.[4]

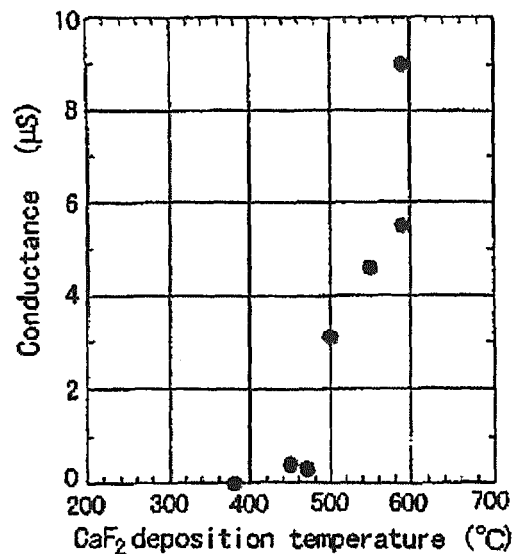


Fig.2. Diamond surface conduction as a function of CaF₂ deposition temperature.

References

- [1] Y. Otsuka et al: JJAP (1995) L551.
- [2] T. Kobayashi et al: Diamond Films (1996)379.
- [3] A. Ito et al: JJAP (2000) 4755.
- [4] T. Ando et al: J. Chem. Soc. Farady Trans. 89 (1995) 3209.

(1) Publications

- 1) A.Hokazono, K.Tsugawa, H.Umezawa, K.Kitatani, H.Kawarada, "Surface p-Channel Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistors Fabricated on Hydrogen-Terminated (001) Surfaces of Diamond", *Solid State Electronics* 43, 1465 (1999)
- 2) K.Tsugawa, K.Kitatani, H.Noda, A.Hokazono, K.Hirose, M.Tajima, H.Kawarada, "High-Performance Diamond Surface-Channel Field-Effect Transistors and Their Operation Mechanism", *Diamond and Related Materials* 8, 927 (1999)
- 3) K.Kitatani, H.Umezawa, K.Tsugawa, K.Ueyama, T.Ishikura, S.Yamashita, H.Kawarada "MOSFETs on Polished Surfaces of Polycrystalline Diamond" *Diamond and Related Materials* 8., 1831 (1999)
- 4) H.Umezawa, K.Tsugawa, S.Yamanaka, D.Takeuchi, H.Okushi, H.Kawarada, "High-Performance Diamond Metal-Semiconductor Field-Effect Transistor with 1 μm Gate Length", *Jpn. J. Appl. Phys* 38, 11A L1222 (1999)
- 5) D. Takeuchi, S. Yamanaka, H. Watanabe, H. Okushi and K. Kajimura, "Device Grade Homoepitaxial Diamond Thin Films Grown by Step-Flow Mode", *Trans. Mater. Res. Soc. of Japan*, 24 [4] 595-598 (1999).
- 6) D. Takeuchi, H. Watanabe, S. Yamanaka, H. Okushi, and K. Kajimura, "Defects in Device Grade Homoepitaxial Diamond Thin Films Grown with Ultra-low CH₄/H₂ Conditions by Microwave-Plasma Chemical Vapor Deposition", *Phys. Stat. Sol. (a)*, 174, 101-115 (1999).
- 7) S. Yamanaka, D. Takeuchi, H. Watanabe, H. Okushi and K. Kajimura, "Low Compensated Boron-doped Homoepitaxial Diamond Films Using Trimethylboron", *Phys. Stat. Sol. (a)*, 174, 59-64 (1999).
- 8) H.Umezawa, H.Taniuchi, T.Arima, M.Tachiki, K.Tsugawa, S.Yamanaka, D.Takeuchi, H.Okushi and H.Kawarada, "Cu/CaF₂/Diamond Metal-Insulator-Semiconductor Field-Effect Transistor Utilizing Self-Aligned Gate Fabrication Process.", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 39 L908-L910 (2000)
- 9) M. Tachiki, T. Fukuda, K. Sugata, H. Seo, H. Umezawa and H. Kawarada, "Control of adsorbates and conduction on CVD-grown diamond surface, using scanning probe microscope", *Appl. Surf. Sci.* 159-160 578-582 (2000).
- 10) M. Tachiki, T. Fukuda, K. Sugata, H. Seo, H. Umezawa and H. Kawarada, "Nanofabrication on hydrogen-terminated diamond surface by AFM-probe-induced oxidation", *Jpn. J. Appl. Phys.* 39 4631-4632 (2000).
- 11) D. Takeuchi, S. Yamanaka, H. Watanabe, H. Okushi and K. Kajimura "Spatial Uniformity of Schottky Contacts between Aluminum and Hydrogenated Homoepitaxial Diamond Films", *Appl. Surf. Sci.*, 159-160, 572-577 (2000).
- 12) S. Yamanaka, D. Takeuchi, H. Watanabe, H. Okushi and K. Kajimura "Electrical conduction of high-conductivity layers near the surfaces in hydrogenated homoepitaxial diamond films", *Appl. Surf. Sci.*, 159-160, 567-571 (2000).
- 13) S. Yamanaka, D. Takeuchi, H. Watanabe, H. Okushi and K. Kajimura "Low-compensated boron-doped homoepitaxial diamond films", *Diamond Relat. Mater.*, 9, 956-959 (2000).
- 14) D. Takeuchi, H. Watanabe, S. Yamanaka, H. Okushi and K. Kajimura "Homoepitaxial diamond films grown by step-flow mode in various misorientatin angles of diamond substrate", *Diamond Relat. Mater.*, 9, 231-235 (2000).
- 15) D. Takeuchi, H. Watanabe, S. Yamanaka, H. Okushi, K. Kajimura, H.Sawada, H. Ichinose and T. Sekiguchi "A study of the origin of band-A emission in homoepitaxial diamond thin films", *MRS*, 588, 87-92 (2000).
- 16) H. Watanabe, H. Okushi, "Nonlinear Effects Excitonic Emission from High Quality Homoepitaxial Diamond Films", *Jpn. J. Appl. Phys* 39, 15A L835-L837 (2000).
- 17) T. Maki, H. Kawamura, S. Kato, J. P. Liu and T. Kobayashi, "Electronic properties of diamond thin film for planar diamond electron emitter applications", *Appl. Surf. Sci.* 159-160, 583 (2000)
- 18) T. Maki, A. Ito, H. Kawamura, T. Kobayashi, M. Aoki and K. Kajiyama, "X-Ray Photoelectron Spectroscopy Characterization of Diamond Thin Film Surfaces for Electronic Device Application", *Jpn. J. Appl. Phys.* 39, 6B L575 (2000)
- 19) A. Ito, K. Tsuji, T. Hosomi, T. Maki and T. Kobayashi, "Improved Stability of Metal-Insulator-Diamond Semiconductor Interface by Employing CaF₂/Thin BaF₂ Composite Insulator Film", *Jpn. J. Appl. Phys.* 39, 8 4755 (2000)
- 20) H. Kawarada, Y.Araki, T.Ogawa, and H.Umezawa "Diamond Field Effect Transistor Operated in Electrolyte Solution" (submitted to *Appl. Phys. Lett.*)
- 21) K. Tanabe, K. Nakazawa, J. Susantyo, and H. Kawarada. "Cathodoluminescence of phosphorus doped (111) homoepitaxial diamond thin films" (submitted to *Diamond and Related Materials*)
- 22) H.Umezawa, H.Taniuchi, T.Arima, M.Tachiki, K.Tsugawa, S.Yamanaka, D.Takeuchi, H.Okushi and H.Kawarada. "High-Performance Surface-Channel Diamond Field-Effect Transistors." (submitted to *Proceedings of 3rd European Conference on Silicon Carbide and Related Materials.*)
- 23) H.Umezawa, H.Taniuchi, T.Arima, M.Tachiki and H.Kawarada. "Potential applications of surface channel diamond field-effect transistors." (submitted to *Diamond and Related Materials.*)
- 24) T.Fukuda, M.Tachiki, H.Umezawa, K.Sugata, H.Seo and H.Kawarada "Side-gated field effect transistors fabricated by local

- anodization using atomic force microscope on hydrogenated diamond (001) surface" (submitted to Appl. Phys. Lett.)
- 25) H.Taniuchi, H.Umezawa, T.Arima, M.Tachiki and H.Kawarada "High-Frequency Performance of Diamond Field-Effect Transistor" (submitted to IEEE EDL)
 - 26) H.Seo, H.Umezawa, M.Tachiki, T.Fukuda, K.Sugata and H.Kawarada "Fabrication of the Lateral Tunneling Diode on the Diamond Surface using Atomic Force Microscope" (submitted to J. Appl. Phys.)
 - 27) K.Sugata, M. Tachiki, T. Fukuda, H. Seo and H. Kawarada "Nano Scale Insulation on the Hydrogen-Terminated Diamond Surface using Atomic Force Microscope." (submitted to J. Appl. Phys.)
 - 28) Y.Mitsuda, K.Kenji, K.Fukutani, W.Markus, T.Okano, "Qualitative measurement of Atomic H density on CVD diamond films using the resonance nuclear reaction with $^{15}\text{N}^{2+}$ " (in preparation.)
 - 29) Y.Mitsuda, K.Kenji, K.Fukutani, W.Markus, A.Sawabe, "Qualitative measurement of Atomic H density on heteroepitaxial diamond films on Ir substrates by the resonance nuclear reaction" (in preparation)

(2) Presentations

- 1) 竹内大輔(電総研) "Device grade homoepitaxial diamond thin films grown by step-flow mode" ISAM '99 (The 6th NIRIM International Symposium on Advanced Materials) Tsukuba 1999年3月
- 2) 山中貞則(電総研) "Low Compensated Boron-doped Homoepitaxial Diamond Films Using Trimethylboron" Surface and Bulk Defects in CVD Diamond Films 1999年3月
- 3) 竹内大輔(電総研) "Defects in Device Grade Homoepitaxial Diamond Thin Films with Ultra-low Growth Rate" 同上
- 4) 森田和敏(早大理工) "Diamond-SiC 界面構造についてのクラスター計算" 第12回ダイヤモンドシンポジウム 東京都文京区 東京大学山上会館 1998年11月
- 5) 北谷謙一(早大理工) "ダイヤモンド水素終端面—電解質溶液界面の電気的特性について" 同上
- 6) 津川和夫(早大理工) "ダイヤモンド表面チャネル型 MESFET のデバイスシミュレーション" 同上
- 7) 梅澤仁(早大理工) "セルフアライン法による $1\ \mu\text{m}$ ゲート FET の作製" 同上
- 8) 福田徹(早大理工) "マイクロ波プラズマ CVD によるシリコン(001)面への高配向ダイヤモンド膜作製", 第46回応用物理学関係連合講演会 千葉県野田市 東京理科大学 1999年3月
- 9) 佐藤篤(早大理工) "リソープ{111}ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の CL 評価" 同上
- 10) 森田和敏(早大理工) "Diamond-SiC 界面構造についてのクラスター計算(III)" 同上
- 11) 北谷謙一(早大理工) "ダイヤモンド水素終端面を用いた ISFET" 同上
- 12) 津川和夫(早大理工) "水素終端ダイヤモンド表面を用いた MOSFET のデバイスシミュレーション" 同上
- 13) 梅澤仁(早大理工) "微細化によるダイヤモンド MESFET の特性改善" 同上
- 14) 竹内大輔(電総研) "低 CH_4 濃度合成ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜表面形態のオフ角依存性", 同上
- 15) 山中貞則(電総研) "B ドープホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の合成と評価(IV)", 同上
- 16) 渡辺幸志(電総研) "低 CH_4 濃度により合成したホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜のカソードルネッサンス評価", 同上
- 17) 牧哲郎(阪大) "窒化によるダイヤモンド表面改質と安定化処理(II)", 同上
- 18) 伊藤暁広(阪大) "ダイヤモンド表面安定化処理と MIS 特性(VII)", 同上
- 19) 立木実(早大理工) "AFMによるダイヤモンド表面の吸着原子制御" 第60回応用物理学学会学術講演会 甲南大学1999.9
- 20) 有馬拓也(早大理工) "水素終端ダイヤモンド FET におけるプロセス改善による相互コンダクタンスの向上" 同上
- 21) 谷内寛直(早大理工) "セルフアラインプロセスを用いたダイヤモンド MISFET の製作" 同上
- 22) 福田徹(早大理工) "AFMを用いた電界支援酸化による水素終端ダイヤモンド表面のナノ加工" 同上
- 23) 日根恭子(早大理工) "Diamond-SiC 界面の構造についてのクラスター計算(IV)" 同上
- 24) 田辺憲司(早大理工) "平坦化された多結晶ダイヤモンドにおける酸素プラズマエッチング" 同上
- 25) 荒木裕太(早大理工) "アンドープ水素終端ダイヤモンド表面の電極評価" 同上
- 26) 光田好孝(東大) " $^{15}\text{N}^{2+}$ との核反応を用いた CVD ダイヤモンド薄膜表面近傍の H 原子量測定" 同上
- 27) 津川和夫(早大理工) "ダイヤモンド表面チャネル型 FET のデバイスシミュレーション" 同上
- 28) 牧哲郎(阪大) "窒化膜を形成したダイヤモンド界面特性の評価" 同上
- 29) 辻清茂(阪大) "電気化学的手法によるダイヤモンド表面の評価" 同上
- 30) 伊藤暁広(阪大) "ダイヤモンド表面安定化処理と MIS 特性(VIII)" 同上
- 31) 渡辺幸志(電総研) "極低 CH_4 濃度合成法によるホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の平坦化過程の観察" 同上
- 32) 竹内大輔(電総研) "ダイヤモンドの band-A 発光の起源に関する考察" 同上
- 33) 川田栄(電総研) "ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の電気的特性評価(V)" 同上
- 34) 山中貞則(電総研) "ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の電気的特性評価(VI)" 同上

- 35) 森田和敏(早大理工) "Cluster Calculation of Diamond-SiC Interface Structures" 10th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon carbide Prague Hilton Atrium 1999年9月
- 36) 梅沢仁(早大理工) "Fabrication of High Performance 1 μ m Gate Diamond FET Using Self-Aligned Gate Process" 同上
- 37) 小川雄史(早大理工) "Ion Sensitive Field Effect Transistor on Hydrogen-terminated Polycrystalline Diamond Surfaces" 同上
- 38) 梅沢仁(早大理工) "High performance diamond surface-channel field-effect transistors" Third International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces Karuizawa Japan 1999年10月
- 39) 立木実(早大理工) "Controlling of adsorbates and conduction on CVD-grown diamond surface by scanning probe microscope" 同上
- 40) 山中貞則(電総研) "Electrical Conduction of High-Conductivity Layers near the Surfaces in Hydrogenated Homoepitaxial Diamond Films" 同上
- 41) 竹内大輔(電総研) "Spatial Uniformity of Schottky Contacts between Aluminum and Hydrogenated Homoepitaxial Diamond Films" 同上
- 42) 大庭誉士和(早大理工) "ダイヤモンド表面チャンネル型電界効果トランジスタのキャリアの量子化を考慮したデバイスシミュレーション" 第13回ダイヤモンドシンポジウム 早稲田大学 1999年11月
- 43) 有馬拓也(早大理工) "水素終端ダイヤモンド FET におけるプロセス改善による寄生抵抗の制御" 同上
- 44) 谷内寛直(早大理工) "セルフアラインプロセスを用いた Cu/CaF/Diamond MISFET" 同上
- 45) 須方健太(早大理工) "走査型プローブ顕微鏡による水素終端ダイヤモンド表面のナノアプリケーションおよび電気特性" 同上
- 46) 瀬尾北斗(早大理工) "AFM によるダイヤモンド表面機能性の制御" 同上
- 47) 森田和敏(早大理工) "Diamond-SiC および Diamond-Si 界面構造についてのクラスター計算" 同上
- 48) 田辺憲司(早大理工) "多結晶ダイヤモンドにおける酸素プラズマエッチング" 同上
- 49) 小川雄史(早大理工) "アルカリ溶液中におけるダイヤモンド ISFET" 同上
- 50) 細見剛(阪大) "水溶液系におけるダイヤモンド表面の電子物性の評価" 同上
- 51) 辻清茂(阪大) "CaF₂/BaF₂ をゲート絶縁膜に用いるダイヤモンド MIS デバイス" 同上
- 52) 牧哲朗(阪大) "ゲート絶縁膜堆積処理とダイヤモンド界面特性評価" 同上
- 53) 渡辺幸志(電総研) "極低 CH₄ 濃度合成法によるホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の成長過程" 同上
- 54) 竹内大輔(電総研) "オフ角を含めたホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の表面形態 (II)" 同上
- 55) 山中貞則(電総研) "低メタン濃度でのダイヤモンド薄膜へのドーピング" 同上
- 56) 川田栄(電総研) "金属/ホモエピタキシャルダイヤモンドの接合特性—水素化及び酸素化" 同上
- 57) 立木実(早大理工) "Nanofabrication on Hydrogen-Terminated Diamond Surface AFM-Probe-Induced Oxidation" International Symposium on Surface Science for Micro-and Nano-Device Fabrication Waseda Univ. Tokyo, Japan 1999.12
- 58) 福田徹(早大理工) "Local Insulation of Semiconducting Diamond Surfaces using Atomic Force Microscope" The 7th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy 薄膜・表面物理分科会特別研究会 "走査型プローブ顕微鏡(13)" Atagawa 1999年12月
- 59) 梅沢仁(早大理工) "セルフアラインシステムを用いた 1 μ mゲート水素終端ダイヤモンド FET" SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会 つくば国際会議場"エポカルつくば" 1999年12月
- 60) 竹内大輔(電総研) "A Study of the origin of band-A emission in homoepitaxial diamond thin films" 1999 MRS Fall Meeting Boston
- 61) 須方健太(早大理工) "AFM によるダイヤモンド表面加工領域の形状変化に対する評価" 第47回応用物理学関係連合講演会 青山学院大学(青山キャンパス)2000年3月
- 62) 日根恭子(早大理工) "Diamond-SiC 界面の構造についてのクラスター計算(V)" 同上
- 63) 田辺憲司(早大理工) "リアクティブ・イオン・エッチングによるダイヤモンド薄膜の微細加工" 同上
- 64) 大庭誉士和(早大理工) "CaF₂ をゲート絶縁膜に用いた水素終端ダイヤモンド MISFET のデバイスシミュレーション" 同上
- 65) 有馬拓也(早大理工) "ディーブサブミクロンゲートダイヤモンド FET の作製" 同上
- 66) 谷内寛直(早大理工) "水素終端ダイヤモンド FET のマイクロ波デバイス評価" 同上
- 67) 瀬尾北斗(早大理工) "ダイヤモンド表面における AFM ナノアプリケーションによるトンネル接合の作製" 同上
- 68) 荒木裕太(早大理工) "電解質水溶液中のダイヤモンド FET" 同上
- 69) 光田好孝(東大) "共鳴核反応による Ir 基板上にエピタキシャル成長させたダイヤモンド膜表面の H 原子量測定" 同上
- 70) 細見剛(阪大) "電解液中のダイヤモンド表面から酸化体粒子へのトンネル電子移転" 同上
- 71) 辻清茂(阪大) "PLD 法によるダイヤモンド MIS デバイス用 CaF₂ 薄膜の堆積" 同上
- 72) 加藤辰一郎(阪大) "ダイヤモンド薄膜に生じるクラックを用いた平面構造型電子エミッターの作製" 同上
- 73) 牧哲朗(阪大) "ダイヤモンド薄膜からの電子エミッション機構解析" 同上

- 74) 竹内大輔(電総研)“ダイヤモンドの Band-A 発光の起源に関する考察(II)” 同上
- 75) 山中貞則(電総研)“低メタン濃度合成でのダイヤモンド薄膜へのドーピング” 同上
- 76) 渡辺幸志(電総研)“高品質ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜のエキシトン発光(I)” 同上
- 77) 辻 清茂, (阪大)“PLD 法によるダイヤモンド MIS デバイス用 CaF₂ 薄膜の堆積”, 同上
- 78) 細見 剛, (阪大)“電解液中のダイヤモンド表面から酸化体粒子へのトンネル電子移転” 同上
- 79) 牧 哲朗, (阪大)“Advanced formation process of diamond MIS structures for high performance MISFET applications”, HiTEC 2000 (The 5th International High Temperature Electronics Conference, Albuquerque, New Mexico USA, 2000 年 6 月)
- 80) 田辺憲司(早大理工)“Cathodoluminescence of Phosphorus Doped (111) Homoepitaxial Diamond Thin Films” ICNDST-7(7th International Conference on New Diamond Science & Technology) Hong Kong, 2000 年 7 月
- 81) 大庭誉士和(早大理工)“Device Simulation of Diamond Surface-Channel FETs with Sub-Micron Gate.” 同上
- 82) 梅澤仁(早大理工)“Potential Applications of Surface Channel Diamond Field Effect Transistors” 同上
- 83) 福田徹(早大理工)“Side-gated FET fabricated by nano anodization on diamond surface using AFM” 同上
- 84) 立木実(早大理工)“Nanofabrication of Diamond Surfaces for Electron Device Application” Taiwan Diamond 2000 Symposium, Taipei, 2000 年 7 月
- 85) 荒木裕太(早大理工)“A new type FET : electrolyte solution gate FET “, 11th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides and Silicon Carbide, Porto, Portugal 2000 年 9 月
- 86) 有馬拓也(早大理工)“Fabrication of deep sub-micron gate diamond field-effect transistor” 同上
- 87) 瀬尾北斗(早大理工)“Fabrication of the lateral tunneling diode on the diamond surface” 同上
- 88) 須方健太(早大理工)“Nano scale insulation of hydrogen-terminated diamond surface using scanning probe microscope” 同上
- 89) 谷内寛直(早大理工)“High-Frequency Application of Diamond Field-Effect Transistor” 同上
- 90) 日根恭子(早大理工)“Cluster Calculations of Diamond-SiC and -Si Interface Structures” 同上
- 91) 竹内大輔(電総研), “Origin of Band-A Emission in Homoepitaxial Diamond Films”, DIAMOND 2000 (11th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Nitrides and Silicon Carbide, Portugal, 2000/9/3-9/8), 15.2.03 (2000).
- 92) 渡邊幸志(電総研)“Free Exciton Emission from High Quality Homoepitaxial Diamond “
- 93) 梅澤仁(早大理工)“High-Performance Surface-Channel Diamond Field Effect Transistors” ECSCRM2000 (Third European Conference on Silicon Carbide and Related Materials), Germany, 2000 年 9 月
- 94) 福田徹(早大理工)“走査プローブ顕微鏡を用いて作製された電界支援酸化領域の電気特性評価”、秋季第 61 回応用物理学関連講演会、北海道工業大学、2000 年 9 月
- 95) 中澤一志(早大理工)“リンドナーによる束縛励起子発光の観測” 同上
- 96) 石坂博明(早大理工)“水素終端ダイヤモンド MESFET の高周波特性評価” 同上
- 97) 坂野時習(早大理工)“AFM 局所酸化プロセスを用いたサイドゲート FET の作製” 同上
- 98) 堺俊克(早大理工)“電解質水溶液ゲートダイヤモンド FET の特性評価” 同上
- 99) 藤崎豊克(早大理工)“マイクロ波プラズマ CVD による Ir 基板上へのダイヤモンド核形成初期過程の考察” 同上
- 100) 藤原直樹(早大理工)“微細ダイヤモンド MISFET の特性改善” 同上
- 101) 田中啓章(早大理工)“窒素ドナー補償モデルを用いたデバイスシミュレーション” 同上
- 102) 李成奇(電総研)“低 CH₄ 濃度ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜における表面形態のオフ角依存性” 同上
- 103) 山中貞則(電総研)“金属/半導体ダイヤモンド接合の電気特性 (I)”, 同上
- 104) 渡辺幸志(電総研)“A study of Growth process of homoepitaxial diamond thin films”, UPD2000 (1st International Workshop on Ultra-Low-Loss Power Device Technology, Nara, 2000 年 5 月)
- 105) 竹内大輔(電総研)“An Effect of Misorientation Angle of Diamond Substrates on Homoepitaxial Diamond Growth under Various CH₄ Concentration Conditions” 同上
- 106) 山中貞則(電総研)“Junction Properties of Oxidized Boron-doped Homoepitaxial Diamond Films” 同上
- 107) 細見 剛, (阪大)“ダイヤモンド表面導電層への CaF₂ 堆積の影響” 同上
- 108) 牧 哲朗, (阪大)“ゲート絶縁膜堆積処理プロセスとダイヤモンド界面のパッシベーション” 同上
- 109) 岡本 圭, (阪大)“CaF₂ を絶縁膜に用いたダイヤモンド MISFET の高温動作” 同上
- 110) 辻 清茂, (阪大)“ボロンドープダイヤモンド MIS 構造の高温特性” 同上
- 111) 高井義成, (東大), “円筒 H11 モードを利用したマイクロ波プラズマ CVD 装置によるダイヤモンド膜の大面积堆積”, 表面技術協会 第 102 回講演大会, 北海道大学(札幌), 2000 年 9 月

(3) Patent application 1file