

## 分散耐環境ナノ電子デバイスの研究

中村, 徹 / 安田, 彰 / 早野, 誠治 / 本間, 紀之 / 齊藤, 利通 / 栗山, 一男 / 大竹, 孝平 / 佐藤, 政孝 / 齊藤, 兆古 / 三浦, 孝夫

(出版者 / Publisher)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター年報

(巻 / Volume)

2004

(開始ページ / Start Page)

23

(終了ページ / End Page)

37

(発行年 / Year)

2006-03-10

## 分散耐環境ナノ電子デバイスの研究

法政大学工学部

中村徹 安田彰 本間紀之 斉藤利通 大竹孝平 斎藤兆古 早野誠治 三浦孝夫 栗山一男  
佐藤政孝

### 1. 研究の目的

微細加工技術の進歩により単位機能当たりのコストは大幅に削減されてきたが、ナノテクノロジーの進展とともに多くの機能を集積したチップをさらに低コストで実現することが可能となる。このような低コスト・高機能チップとナノテクノロジーを応用したMEMSチップとを一体化し複数分散使用することにより高度なシステムを実現することが可能になる。このように一体化したチップを多数個分散させて動作させる分散型ナノ電子デバイスでは、チップ間通信をいかに確立するかが重要な課題となる。近距離の通信では他チップとの干渉低減や、消費電力の点から微少電力無線通信技術の確立が重要となる。また、多数個のチップ間での通信を行うためのピアツウピア通信やアドホック通信を自律的に行う必要もある。

一方、ナノテクノロジーの進展により、より高度な機能を小さなチップに集積することが可能となるが、耐圧の低下や高温動作での特性劣化など解決すべき課題も多い。シリコン半導体材料に比べ広いバンドギャップを有する GaN および SiC 等のワイドギャップ半導体材料は、摂氏 350 度以上の高温動作、50 GHz・100 V 以上の高周波・高電圧動作を可能にする耐環境電子デバイスが製造可能と期待されているが、材料の持つ高い飽和速度等から期待出来る高耐圧・高周波特性を達成するデバイスは未だ提案されていない。その原因の一つは、不純物ドーピングが結晶成長中になされる以外の方法では確立していないためである。

本研究は分散型ナノ電子デバイスを実現するための基礎技術として、1) チップを数 cm 程度の比較的近距离に配置した場合における通信の確立方法を検討、2) 近距離微少電力無線通信に適した通信方式、回路方式、LSI 構成法の研究を行う。更に高温・高周波・高電圧動作させるためにワイドギャップ半導体材料を用いて、3) イオン注入技術により、GaN および SiC 等ワイドギャップ半導体材料への不純物高濃度化技術の開発、4) 高温動作低抵抗電極の作成と評価、5) 高温・高周波・高電圧動作電子デバイスの作成と動作機構の解析、を行うことを目的とする。

### 2. 本研究で対象としている分散型耐環境ナノ電子デバイスの課題

ユビキタスシステムと環境については前年度の報告で述べた。将来のユビキタスシステムを実現するためには、情報機器の通信方式や回路方式の基本技術およびそれらを可能にするための電子デバイスの開発が必須である。本研究の課題は以下の通りである。

通信方式、回路方式の課題として、近距離チップ間通信の確立方法と近距離・微少電力無線通信方式が挙げられる。また、これらの方式を実現するために、アナログ・デジタル回路方式、LSI 構成法がある。この様な方式を実現するには、半導体デバイスの高速化と大規模集積化とが必要であるが、高速化、大規模集積化の双方とも従来の延長線上での技術開発には限界が見えており新しい概念による電子デバイスの創製が必要である。そのため、ナノ電子デバイスの課題としては、

耐環境に適したデバイス すなわち、GaN および SiC 等ワイドギャップ半導体材料を用いた電子デバイス製造の基本技術を確認することにある。さらに、高温動作低抵抗電極の作成と評価と高温・高周波・高電圧動作電子デバイスの作成と動作機構の解析が挙げられる。

### 3. 研究内容と研究結果

#### A. 分散型耐環境ナノ電子デバイス回路・システム

分散電子デバイス回路・システムの実現には、通信技術の確認が不可欠である。特に、数 10cm から数 cm と従来の通信システムに比べ極端に短距離の通信技術が必要となる。通信距離は短いが送受信電力は低く抑える必要があり、従来からある通信技術とは異なった新しいシステムをいかに構築するかが技術課題となる。これらの実現には、従来の技術の組み合わせで対応することは困難で、新しい概念によるシステムの構築が必要である。また、このような短距離通信システムを実現するためには、高精度・高速アナログ/デジタル変換回路、デジタル/アナログ変換回路や周波数変換回路などが基礎技術として重要となる。さらに、これらの回路等を実現するためには、Si デバイスおよびパッシブデバイスの高周波特性、直流特性を正確に把握することが設計を行う上で重要である。まず、これらの特性の測定および評価、また、これらの測定されたデータを元に Si デバイスおよびパッシブデバイスのモデル化を行い、基本機能回路ブロックの設計に用いた。

一方、分散耐環境ナノ電子デバイスではアクチュエータを用いて外界とインターフェイスをとるが、このアクチュエータの駆動回路が重要な構成部品となる。デバイスを分散して配置するためには、電力効率の高い駆動回路が必要となる。

#### 高精度 $\Delta \Sigma$ デジタル・アナログ変換器

短距離通信、アクチュエータ駆動には高精度デジタル・アナログ変換器が必要不可欠である。LSI においては、トランジスタの閾値電圧、容量値、抵抗値などの素子値ばらつきが、変換精度を決定する。このため、これら素子値の影響を低減する方法を我々は提案しているが、そのためには大規模な信号処理回路が必要であった。今回、ばらつきの影響を数個のスイッチのみで実現出来る方法を提案した。また、デジタル・アナログ変換器には、アナログ連続時間フィルタ (LPF) を後置し、帯域外雑音を抑圧する必要がある。システム LSI では内部にデジタル・アナログ変換器駆動回路に加え、この LPF や駆動回路を LSI 上に混載する必要がある。LPF は C や R で実現する必要がある、十分な減衰量を得るためには、C、R の実現に多くのチップ面積が必要となる。

図 1 は、LPF をチップ上に混載できるアナログ FIR フィルタを用いたカスケード型  $\Delta \Sigma$  デジタル・アナログ変換器のブロック図である。図 2 (1) (b) に示したように図中の output stage の部分を変形する。これによって、アナログ FIR フィルタのタップ数を n タップから 4 タップに大幅に減少させることが可能となる。このため、アナログ FIR フィルタとしてのタップ数を増やし、帯域外雑音を大幅に低減することが可能となり、C、R による LPF への要求を緩和することが出来る。このため、C、R の面積を大幅に削減し、システム LSI の小型化を可能にする。しかし、この構成においては、内部デジタル・アナログ変換器 (DAC) を構成する素子の精度が全体の変換精度を決定してしまう。そこで、図 3 に示したようにスイッチにより、内部 DAC を構成する素子 (電流源) を切り換えることにより mismatches の影響に周波数特性を持たせる方法を提案した。この方法では、任意の周波数の雑音を零にすることが可能である。またこのスイッチは、単純に順番に切り換えるだけで良く、従来のように複雑な信号処理は必要ない。このため、大幅な回路規模の縮小が可能で

あり、消費電力の削減も可能である。これらの結果を、図4、図5に示す。

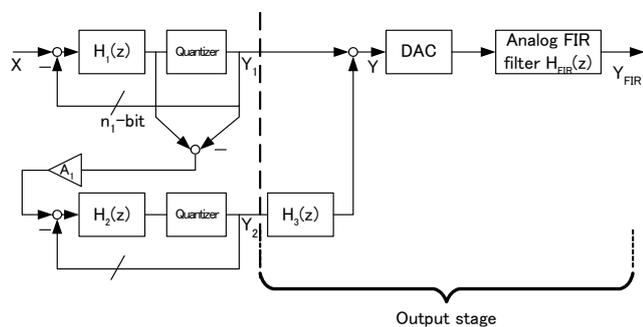
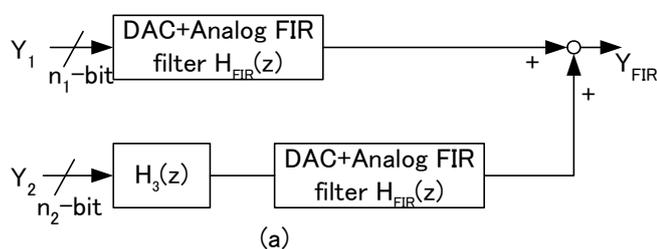
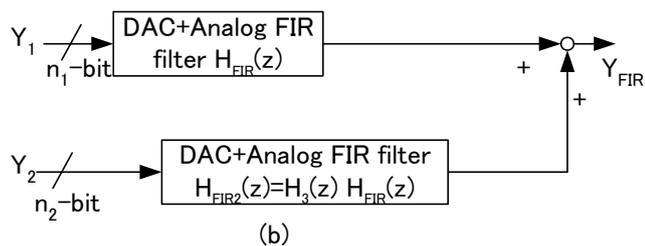


図1 アナログFIRフィルタを用いたカスケード型 $\Delta\Sigma$ デジタルアナログ変換器



(a)



(b)

図2 タップ数を大幅に削減したアナログFIRフィルタ

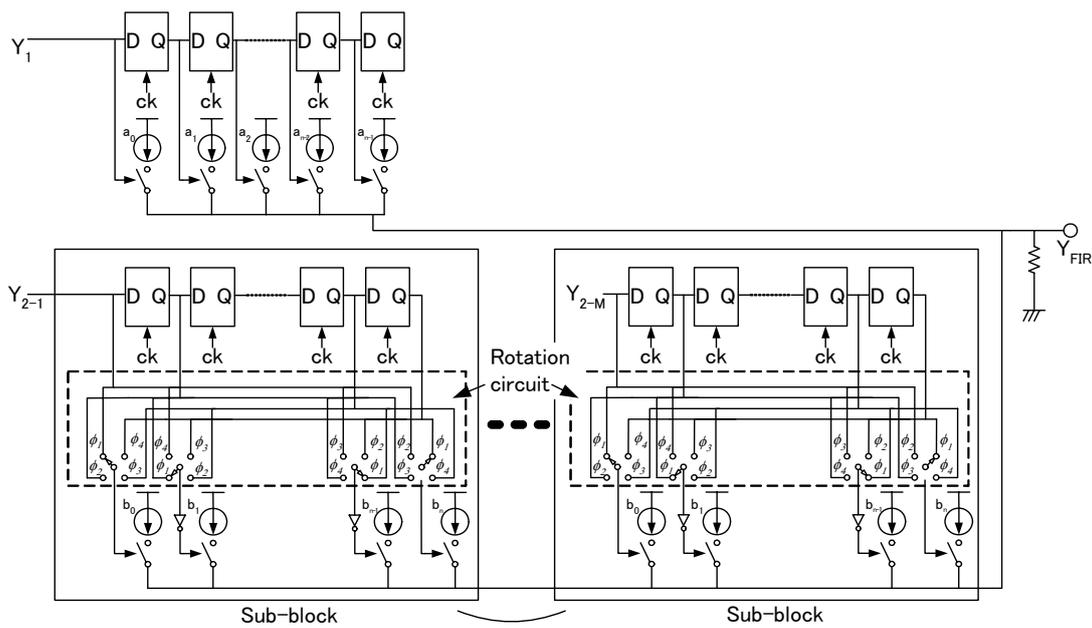


図3 素子値ばらつきの影響を低減する技術

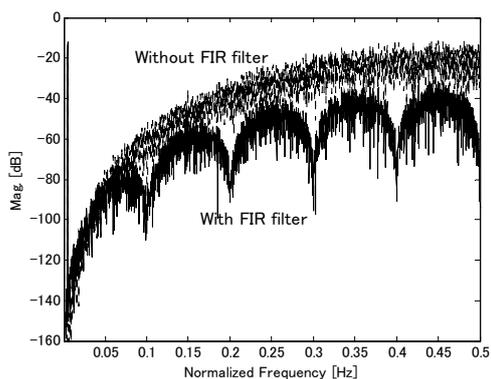


図4 帯域外雑音

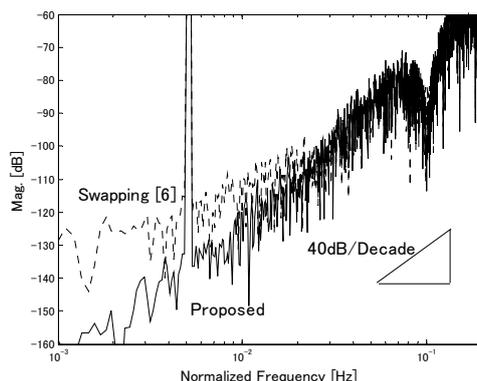
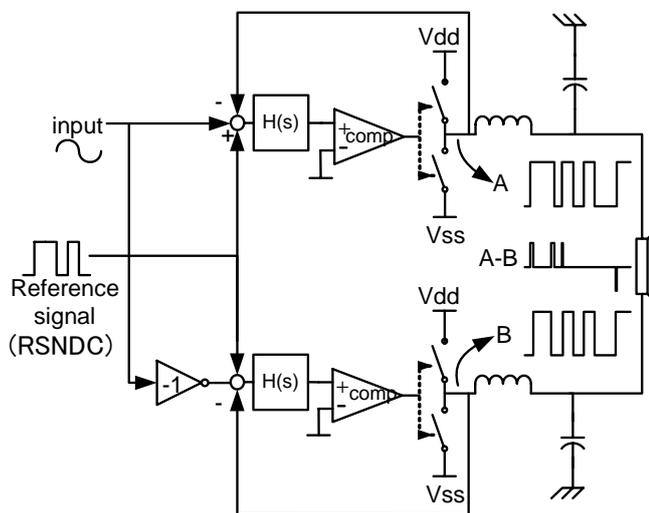


図5 ばらつき低減効果

### スペクトラムシェーピング法を用いたD級増幅器

分散耐環境ナノ電子デバイスでは高効率の駆動回路が重要な構成部品となる。そこで、駆動回路としてD級増幅器について検討を行った。D級増幅器は、効率が高いものの帯域外雑音が多い問題点がある。分散デバイスでは、それぞれのチップが駆動回路を用いる必要があり、帯域外雑音は大きな問題となる可能性が高い。近距離通信の性能を低下させてしまう恐れもある。そこで、これらの問題を解決する方法として、スペクトラムシェーピングを用いたD級増幅器を提案した。本方式は、スペクトラムシェーピングにより帯域外雑音のピークレベルを低減し、独立に設計された無線通信機器に対しても障害の改善を可能とするものである(図6)。試作したテストチップ(図7)では、従来のD級増幅器に対して帯域外雑音のピークレベルが15dB低減された(図8)。また、THDおよびSNRの測定値はそれぞれ0.2%および102dBであった。このテストチップは、2V単一電源で動作可能である。



図A-6 試作したD級増幅器



図7 試作チップ

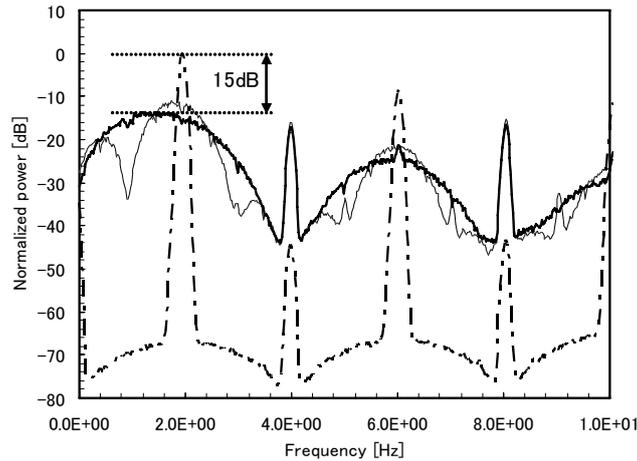


図8 広帯域出力スペクトル (実験値)

## B. 分散型耐環境ナノ電子デバイスと半導体デバイス・プロセス

### B-1. GaNへのイオン注入の検討

GaN基板内へのイオン注入層中の格子欠陥導入機構とアニールによる格子欠陥消滅機構の検討を行った。

図9は、Arイオンを加速エネルギー60keV、注入量 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ でイオン注入したGaN/(11-20)SiC基板のラザフォード後方散乱法(RBS)測定結果を示す。GaN結晶成長直後、Arイオン $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 注入後、熱処理後のスペクトルである。図の中で、ランダムはGaN基板の格子欠陥が最大となるスペクトルを表しており、縦軸の値が低いほど結晶欠陥が少なくなっている。イオン注入直後のスペクトルに対し、1050°Cでの熱処理後はほぼ半分に減少しており、格子欠陥が取り除けていることが分かる。しかし、1050°Cの熱処理ではGaN結晶成長直後のスペクトルまで低下しておらず、格子欠陥が残存している。Arイオン注入後およそ120nmまで格子欠陥層が広がっている様子が確認できる。また、Si基板に不純物を $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 程度注入すると、Si基板表面の注入層は非晶質化し、RBSスペクトルはランダムスペクトルほぼ等しくなるまで増加する。しかし、GaNへイオン注入では、 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ の高注入量にも関わらず、イオン注入後のスペクトルはランダムの1/4程度でありGaNへのイオン注入による格子欠陥の導入は難しい事が確認された。すなわち、GaNは、イオン注入による格子欠陥の形成が容易でなく、また、形成された格子欠陥の回復もし難いと考えられる。

イオン注入された不純物を活性化するためには、GaN結晶成長温度に近い高温熱処理が必要である。高温熱処理時にGaN結晶が分解しないように、窒化シリコン膜を表面に堆積することがなされている。高温熱処理によるGaN結晶および窒化シリコン保護膜への影響を検討するため原子間力顕微鏡(AFM)を用いて、熱処理前後のGaNエピタキシャル表面とSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>保護膜の観察を行った。図10

は、(0001)GaN 基板に Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 保護膜を形成後、1200°Cおよび 1250°Cで窒素雰囲気中で熱処理した GaN 表面観察図である。図より明らかなように、GaN エピタキシャル表面には多数のピットが確認され、ピットは Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 保護膜を形成した後においても確認された。熱処理後においては 1250°Cでの高温アニールに際しても Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 保護膜、GaN エピタキシャル表面、共に表面荒れは観察されなかった。このことにより、GaN 基板へイオン注入後 1200°Cの高温熱処理を行っても GaN は分解しないで安定な結晶性を保つことが確認された。

次に n 型不純物電導を示す Si を (0001)GaN にイオン注入してその特性を評価した。イオン注入条件は以下のとおりである。

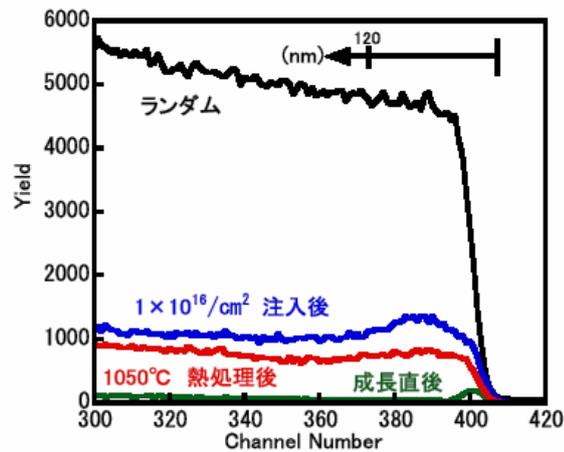


図 9. Ar イオン注入時 GaN/SiC(11-20)の注入前後、熱処理後の RBS スペクトル

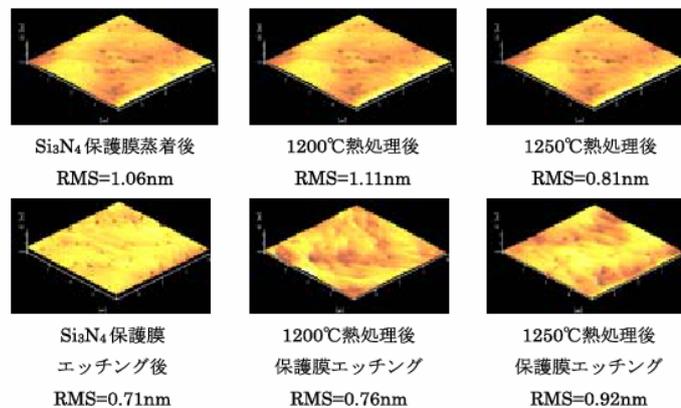


図 10. イオン注入された GaN 基板表面の熱処理依存性  
(走査長は 4μm, 俯瞰図の高さは 50nm にて描写)

#### 基板

結晶：(0001)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>上に成長したアンドープGaN

膜厚：2 ミクロン

保護膜：50nm Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

#### イオン注入条件

加速エネルギー：150keV

注入量：5x10<sup>12</sup>/cm<sup>-3</sup>、5x10<sup>13</sup>/cm<sup>-3</sup>

熱処理温度：1150°C、1200°C、1250°C 窒素雰囲気中、10 秒間

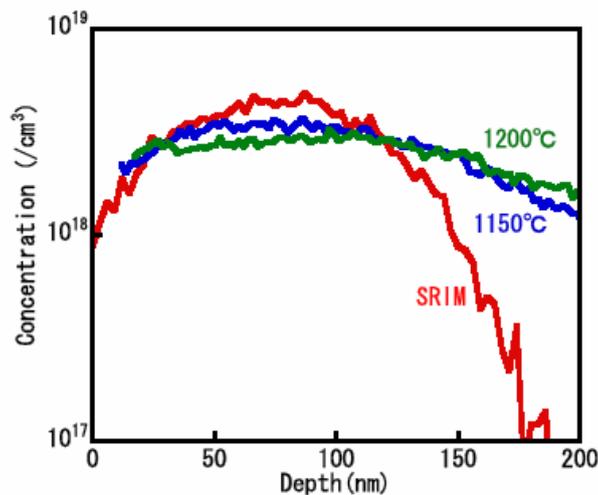


図 1 1. (0001)GaN 膜へイオン注入された Si 原子の不純物濃度プロファイル  
(2 次イオン質量分析法を用いて測定)

図 1 1 は、(0001) GaN 膜へイオン注入した Si の不純物濃度プロファイルである。SRIM シミュレーションにより算出した Si の深さ方向の濃度分布と、注入試料を 1150℃ と 1200℃ で熱処理を行った後の 2 次イオン質量分析法を用いて測定した結果を示した。Si の注入量は  $5 \times 10^{13}/\text{cm}^2$  である。図より注入試料の Si ピークの濃度はシミュレーションの結果とほぼ一致している様子が確認される。しかし、ピーク濃度を示す深さに関しては熱処理温度を上げるにつれより深い方向へ移動しており、より高温で熱処理を行うことで拡散が起こっているものと考えられる。濃度プロファイルはシミュレーションのプロファイルの様に急峻にはならなかった。主な原因として、熱処理により Si がより浅い方向と深い方向の両方向へ拡散している事が上げられる。また、イオン注入時に Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 保護膜ノックオン現象によって Si が基板に注入された可能性も考えられる。図 1 2 および図 1 3 は、(0001) GaN 膜へ注入量  $5 \times 10^{13}/\text{cm}^2$  の Si をイオン注入した試料のキャリア移動度、シートキャリア濃度、シート抵抗、活性化率の熱処理温度依存性である。図より熱処理温度を上昇させると Si ドナーが高い活性化率を示している事が確認される。特に 1200℃ の熱処理時においてはおよそ 80% の高活性化を実現している。移動度並びにシート抵抗の値はキャリアの増加に伴い減少している。

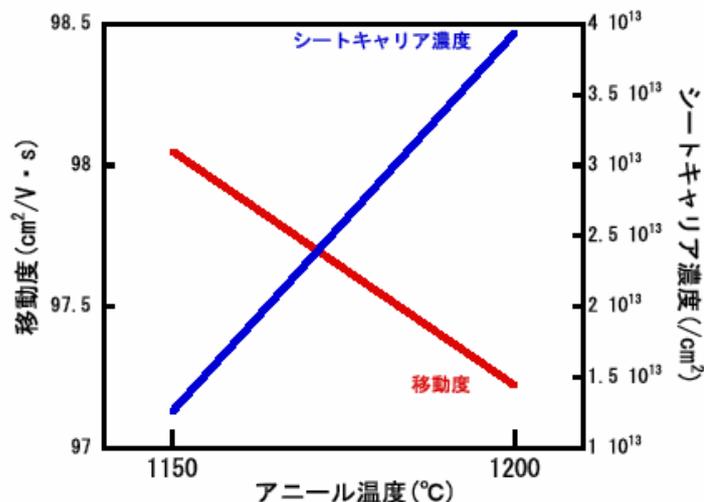


図 1 2. Si イオン注入した (0001)GaN 基板の移動度およびシートキャリア濃度の熱処理温度依存性

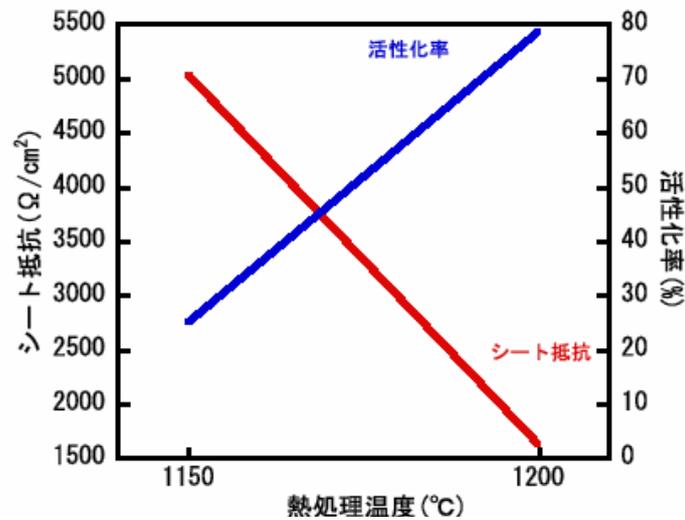


図1 3. Si イオン注入した(0001)GaN 基板のシート抵抗および活性化率の熱処理温度依存性

#### B-2. SiCへのイオン注入の検討

#### 4. 今後の課題

本年度は分散型耐環境ナノ電子デバイス回路・システムおよびそれらを実現する電子デバイスと半導体デバイス・プロセスについて検討した。回路・システムにおいては、近距離無線通信に適した通信方式の検討と新方式の考案を行った。また、デバイス・プロセスについては、ワイドギャップ半導体にイオン注入した不純物の活性化率向上の検討を行った。

来年度以降は以下の課題について検討を進める。分散型耐環境ナノ電子デバイス回路・システムに関しては、

1. 上記通信方式をLSIとして実現する際の問題点の明確化
2. 分散近距離通信に適した通信用集積回路の開発

また、分散型耐環境ナノ電子デバイス・プロセス技術に関しては

3. ワイドギャップ半導体材料を用いたナノスケールの超微細素子の実現
4. 超微細素子の高温・高電圧下の耐環境特性の確認

## 2004年度業績リスト（分散型耐環境ナノ電子デバイスの研究）

### 中村 徹

#### 論文

- 1) 中村徹、「超高速デバイスおよびミリ波デバイスとその回路技術」、電気学会論文誌 C、vol. 124-C、p. 235-236、(2004)。

#### 著書

- 1) 佐藤政孝、中村徹、小林義武、大沢昭浩、高橋幹夫、大谷光幸、鈴木宏和、平成16年度 半導体製造装置のライフサイクルアセスメントに関する調査・研究等報告書 第3章「LCA の観点での、半導体製造装置の消費エネルギー調査研究」、(社)日本半導体装置協会、平成17年3月、(2005)。

#### 学術講演

- 1) 安部尚志、中村徹、土屋龍太、「CMOS トランジスタの低周波雑音特性とチャネル抵抗との関係」、第65回応用物理学会学術講演会、p. 770、平成16年9月、(2004)。
- 2) 飯田将也、中村徹、望月和浩、田中健一「トンネルバリア構造 InGaP/GaAs C-up TC-HBT のコレクタサイズ依存性効果」、第65回応用物理学会学術講演会、p. 1242、平成16年9月、(2004)。
- 3) 大坪修治、中村徹、佐藤政孝、三島友義、高野和人、「(1-100)SiC 基板上に成長した(1-100)GaN の導電率異方性」、第65回応用物理学会学術講演会、p. 1248、平成16年9月、(2004)。
- 4) 飯田将也、伊藤伸之、佐藤光、中村徹、望月和浩、田中健一、「InGaP/GaAs C-up TC-HBT の出力コンダクタンス特性解析」、第23回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム、平成16年12月、(2004)。
- 5) 野本一喜、中村徹 「イオン注入 GaN MESFET の最大ドレイン電流の熱処理温度依存性」第52回応用物理学関係連合講演会、No. 3、p. 1598、平成17年3月(2005)。

### 栗山 一男

#### 論文

- 1) K. Kushida and K. Kuriyama, Mott-type hopping conduction in the ordered and disordered phases of  $\text{LiCoO}_2$ , Solid State Commun. 129, pp. 525-528 (2004).
- 2) K. Kushida and K. Kuriyama, Cyclic surface morphology change related to Li ion movement in Li secondary microbattery embedded in Si substrate: Atomic force microscopy studies, Appl. Phys. Lett. 84, pp. 3456-3458 (2004).
- 3) R. Hirota, K. Kushida, J. Takahashi, and K. Kuriyama, Carbon doping by ion implantation and  $\text{C}_2\text{H}_6$  gas in GaN: Rutherford backscattering/channeling, Raman scattering and photoluminescence studies, Nuclear instruments and Methods, B 219-220, pp. 792-797 (2004).
- 4) K. Kuriyama, T. Tokumasu, H. Sano, and M. Okada, Ion channeling and Raman scattering studies of the lattice disorder and residual strain in neutron irradiated GaN, Solid State Commun. 131, pp. 31-35 (2004).

- 5) K. Kushida, Y. Kaneko, and K. Kuriyama, Filled tetrahedral semiconductor  $\text{Li}_3\text{AlN}_2$  studied with optical absorption: Application of the interstitial insertion rule, *Phys. Rev. B*, 70, pp.233303-1-4 (2004).
- 6) K. Kuriyama, Y. Kaneko, and K. Kushida, , Synthesis and characterization of AlN-like  $\text{Li}_3\text{AlN}_2$ , *J. Cryst. Growth*, 275, pp.395-399 (2005).
- 7) T. Ishibashi, A. Mizusawa, M. Nagai, S. Shimizu, K. Sato, N. Togashi, T. Mogi, M. Houchido, H. Sano, and K. Kuriyama, Characterization of epitaxial  $(\text{Y, Bi})_3(\text{Fe, Ga})_5\text{O}_{12}$  thin films grown by metal-organic decomposition method, *J. Appl. Phys.* 97, pp.013516 - 1-4 (2005).

#### 学術講演

- 1) K. Kushida, Y. Kaneko, and K. Kuriyama 「Optical band gap of a new filled tetrahedral semiconductor  $\text{Li}_3\text{AlN}_2$ 」 27th International Conference on the Physics of Semiconductors, Flagstaff, Arizona, USA, J5-167 (2004年7月).
- 2) K. Kuriyama, Y. Kaneko, and K. Kushida, “Synthesis and characterization of AlN-like  $\text{Li}_3\text{AlN}_2$ ” 14th International Conference on Crystal Growth, Grenoble, France, 0178 (2004年8月).
- 3) 金子理太郎、栗山一男、串田一雅、“擬AlN様 $\text{Li}_3\text{AlN}_2$ の合成と物性評価” 第34回結晶成長国内会議、27aB05 (2004年8月).
- 4) 佐野浩亮、尾之上飛鳥、徳増孝広、栗山一男、“熱刺激電流法によるアンドープ n 型 GaN の欠陥評価” 第65回応用物理学会学術講演会、1pM-12/III (2004年9月).
- 5) 佐野浩亮、大井基史、尾之上飛鳥、栗山一男、“アンドープ n 型 GaN 中の熱刺激電流法による欠陥評価” 第52回応用物理学会関係連合講演会、31aL-34/I (2005年3月).
- 6) 水木庸介、堀川大介、佐野浩亮、尾之上飛鳥、栗山一男、“C ドープ GaN の核反応分析：格子間炭素とイエロールミネッセンスの相関について” 第52回応用物理学会関係連合講演会、31aL-35/I (2005年3月).

#### 斉藤 利通

##### 論文

- 1) T. Saito, S. Tasaki and H. Torikai, Interleaved buck converters based on winner-take-all switching, *IEEE Trans. Circuits Syst. I*, 52, accepted, 2005
- 2) Y. Kon'no, T. Saito and H. Torikai, Rich dynamics of pulse-coupled spiking neurons with a triangular base signal, *Neural Networks*, 18, in press, 2005-8.
- 3) H. Shimazu and T. Saito, Analysis of unstable operation in a basic delta modulator for PWM control, *IEICE Trans. Fundamentals*, E88-A, 8, accepted, 2005-8
- 4) Y. Takahashi, H. Nakano and T. Saito, Hyperchaotic spiking oscillators with periodic pulse-train input, *IEEE Trans. Circuits Syst. II*, 52, 6, pp. 344-348, 2005-6
- 5) H. Hamanaka, H. Torikai and T. Saito, Analysis of composite dynamics of two bifurcating neurons, *IEICE Trans. Fundamentals*, E88-A, 2, pp. 561-567, 2005-2

- 6) H. Sasamura, T. Saito and R. Ohta, A simple learning algorithm for network formation based on growing self-organizing maps, IEICE Trans. Fundamentals, E87-A, 10, pp. 2807-2810, 2004-10
- 7) J. Shimakawa and T. Saito, Cyclic D/A converters based on iterated function systems, IEICE Trans. Fundamentals, E87-A, 10, pp. 2811-2814, 2004-10
- 8) M. Shimazaki, H. Torikai and T. Saito, Synchronization and window map from pulse-coupled relaxation oscillators, IEICE Trans. Fundamentals, E87-A, 9, pp. 2426-2431, 2004-9
- 9) H. Nakano and T. Saito, Grouping synchronization in a pulse-coupled network of chaotic spiking oscillators, IEEE Trans. Neural Networks, 15, 5, pp. 1018-1026, 2004-9
- 10) Y. Takahashi, H. Nakano and T. Saito, A simple hyperchaos generator based on impulsive switching, IEEE Trans. Circuits Syst. II, 51, 9, pp. 468-472, 2004-9

### 三浦 孝夫

#### 論文

- (1) 大内 浩仁, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Retrieval for Text Stream by Random Projection, International conference on Information Systems Technology and its Applications (ISTA), pp.151-164, 2004, Salt Lake City, アメリカ 平成 16 年(2004) 7 月
- (2) 高光 智哉, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Pre-pruning Decision Trees By Local Association Rules, Intelligent Data Engineering and Automated Learning (IDEAL), pp.148-151, 2004, Exeter, 英国, 平成 16 年(2004) 8 月
- (3) 中西 啓之, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Formalizing UML Collaborations by using Description Logics, "Alternative Approaches in Software Engineering" in IEEE International Conference on Computational Cybernetics (ICCC 2004), 2004, Vienna, オーストリア, 平成 16 年(2004) 8 月
- (4) 三好 涼介, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Querying Spatial Data on Extensible Grid Files, Workshop on Multimedia Information Systems (MIS04), pp.86-95, 2004, Washington DC, 米国, 平成 16 年 (2004) 8 月
- (5) 森 正輝, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Extracting Events From Web Pages, International Conference on Advances in Intelligent Systems - Theory and Applications (AISTA), No.050, 2004, Luxemburg (CDROM), 平成 16 年 (2004) 11 月
- (6) 森 正輝, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Web からの時制クラスタの解釈, 日本データベース学会 Letters (DBSJ Letters) Vol.3, No.2, pp.109-112, 2004, 平成 16 年 (2004)
- (7) 上島 宏, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Giving Temporal Order to News Corpus, International Conf. on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2004, Boca Raton, アメリカ (CDROM), 平成 16 年(2004) 11 月
- (8) 上島 宏, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Giving Temporal Order to News Corpus (Extended Abstract), in International Symposium on Computational and Information Sciences (CIS04), pp. 947-953, 2004, Shanghai, 中国, 平成 16 年(2004) 12 月

- (9) 三橋 孝平, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, Looking Up Files in Peer-to-Peer Using Hierarchical Bloom Filters, in International Symposium on Computational and Information Sciences (CIS04), pp.982-988, 2004, Shanghai, 中国,平成 16 年(2004) 12 月
- (10)大内 浩仁, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, ランダムプロジェクションを用いたニュースストリームの検索, 日本データベース学会 Letters (DBSJ Letters) Vol. 3, No. 3, 2004, pp. 1-4, 平成 16 年 (2004) 12 月
- (11)中西啓之, 三浦孝夫, 塩谷勇, 記述論理を用いた UML 整合性の検証システムの構成と実現, データ工学ワークショップ(DEWS), 1A-o4, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年(2005) 2 月
- (12)上嶋宏, 三浦孝夫, 塩谷勇, 不完全なニュース集合からのタイムスタンプ推定, データ工学ワークショップ(DEWS), 3C-o4, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年 (2005) 2 月
- (13)大内浩仁, 三浦孝夫, 塩谷勇, 頻度分布に基づくプロジェクションを用いた文書検索, データ工学ワークショップ(DEWS), 1C-i8, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年(2005) 2 月
- (14)吉原幸輝, 三浦孝夫, EM アルゴリズムを用いた旋律分類, データ工学ワークショップ(DEWS), 電子情報通信学会データ工学研究会, 1C-o3, 2005, 長崎, 平成 17 年(2005) 2 月
- (15)森正輝, 三浦孝夫, 塩谷勇, Suffix Tree Clustering を用いた Web ページ集合のラベル付け, データ工学ワークショップ(DEWS), 5C-o2, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年(2005) 2 月
- (16) 三好涼介, 三浦孝夫, 塩谷勇, 次元縮小を用いた拡張可能グリッドファイルによる高次元データの検索, データ工学ワークショップ(DEWS), 2A-i8, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年(2005) 2 月
- (17)高橋功, 三浦孝夫, ハイパーリンクの共起性を用いたクラスタリング手法, データ工学ワークショップ(DEWS), 1C-i12, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年 (2005) 2 月
- (18)清水一宏, 三浦孝夫, 単一系列データ上の系列選択パターンと逆単調性, データ工学ワークショップ(DEWS), 3C-i8, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2005, 長崎, 平成 17 年(2005) 2 月
- (19)三好 涼介, 三浦 孝夫, 塩谷 勇, 拡張可能グリッドファイルにおける最近傍検索の改善, 電子情報通信学会論文誌 (D1), J88-D-I-3, pp.727-734, 2005, 平成 17 年 (2005) 3 月

#### 学術発表

- (1)渡辺洋平, 三浦孝夫, 計量 MDS のストレスによる評価とグラフ表現の高度化, 情報処理学会第 67 回全国大会 2Q-8, 2005, 電気通信大学, 東京, 平成 17 年(2005) 3 月
- (2)渡辺泰治, 井堀佑美, 三浦孝夫, FTP サイトを検索するポートレットの開発, 情報処理学会第 67 回全国大会 4U-9, 2005, 電気通信大学, 東京, 平成 17 年(2005) 3 月
- (3)金森竜太, 秋山裕信, 三好涼介, 三浦孝夫, 非一様データによる高次元空間での最近傍検索手法の性能評価, 情報処理学会第 67 回全国大会 1W-1, 2005, 電気通信大学, 東京, 平成 17 年 (2005) 3 月

- (4) 国領知行, 三浦孝夫, 対位法における対旋律の自動生成とその評価, 電子情報通信学会 2005 年総合大会情報・システムソサエティ企画「学生ポスターセッション」, 2005, 大阪大学, 大阪, 平成 17 年(2005) 3 月
- (5) 三好涼介, 三浦孝夫, 塩谷勇, 拡張可能グリッドファイルにおける最近傍検索の改善, データベースワークショップ (DBWS04), 2004, 松山, 平成 16 年 (2004) 7 月
- (6) 森正輝, 三浦孝夫, 塩谷勇, Web からの時制クラスタの解釈, データベースワークショップ (DBWS04), 2004, 松山, 平成 16 年 (2004) 7 月

## 齋藤 兆古、早野 誠治

### 論文

- 1) Hisashi Endo, Yoshihiro Takasuka, Iliana Marinovac, Seiji Hayano and Yoshifuru Saito  
"Data representation by field calculus and leading to the orthonormal linear transforms",  
International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics 19, (2004) 153-157 IOS  
Press (2004 年 4 月)
- 2) Hisashi Endo, Iliana Marinova, Seiji Hayano and Yoshifuru Saito, "Ferroresonance circuit  
exhibiting Chaotic phenomenon: Rule extraction from nonlinear systems", International  
Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 19 (2004) 257-261 IOS Press (2004  
年 4 月)
- 3) 武居昌弘、齋藤兆古  
"GVSPM 法の固気二層流 CT 画像再構成への応用",  
日本機械学会誌 (B 編) 71 巻 703 号 (2005-3) 論文 No. 04-0002

### 学術講演

- 1) 井波真弓, 岩崎晴美, 宮沢賢治, 土屋宏之, 齋藤兆古, 堀井清之, 深代千之"『ファウスト』にお  
ける宗教—離散値系ウェーブレット多重解像度解析—", 第 33 回可視化情報シンポジウム B  
104, 2004 年 7 月
- 2) 河村憲作, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, "等価固有値法によるライン信号処理", 第 33 回可  
視化情報シンポジウム B 105, 2004 年 7 月
- 3) 小杉山格, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, "可視化画像の幾何学的複雑さ抽出の試み", 第 33  
回可視化情報シンポジウム B 106, 2004 年 7 月
- 4) 山下達也, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, "速度・加速度ベクトルの可視化とその応用", 第 33  
回可視化情報シンポジウム B 107, 2004 年 7 月
- 5) 寺西正晃, 丸山和夫, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, "自然界の画像が持つ 1/f 周波数成分の  
可視化", 第 33 回可視化情報シンポジウム B 108, 2004 年 7 月
- 6) 臼田優, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, "電子回路基板の赤外線可視化画像モーダルウェーブ  
レット解析" 第 33 回可視化情報シンポジウム B 203, 2004 年 7 月
- 7) 木村祐二, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, "波動方程式による動体の可視化", 第 33 回可視化  
情報シンポジウム B 204, 2004 年 7 月
- 8) 遠藤久, 阿部利彦, 内一哲哉, 高木敏行, ハ島芳信, 齋藤兆古, "三角形ループ電流モデルを用  
いた励磁電流の可視化と励磁コイルの概念設計" 第 33 回可視化情報シンポジウム B 205, 2

004年7月

- 9) 穴吹幸彦, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “GVSPM 法による3次元電流分布の可視化,” 第33回可視化情報シンポジウム B 206, 2004年7月
- 10) 儘田保弘, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “電力線の可視化,” 第33回可視化情報シンポジウム B 207, 2004年7月
- 11) 田中祐司, 遠藤久, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “電気回路における非線形系現象の可視化,” 第33回可視化情報シンポジウム B 208, 2004年7月
- 12) 佐藤庸平, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “三相交流磁気センサーの高度化と薄板状金属の欠損可視化,” 第33回可視化情報シンポジウム B 210, 2004年7月
- 13) 藤咲忠晴, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “ピッター法による可視化磁区画像から磁化特性の抽” 第33回可視化情報シンポジウム B 211, 2004年7月
- 14) 藤枝直樹, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “可視化磁界ベクトル場の基準座標系に関する研究,” 第33回可視化情報シンポジウム B 212, 2004年7月
- 15) 音川英一, 早野誠治, 斎藤兆古, 堀井清之, “電気インピーダンス法における Sensitivity 行列法と電気双極子法の実験的検証,” 第33回可視化情報シンポジウム B213, 2004年7月

#### 安田 彰

##### 論文

- 1) Akira Yasuda, Koichiro Sato, Masahiro Shibata, and Soga Tsuyoshi,  
A Cascaded Delta-Sigma DAC using an analog FIR filter with a new mismatch shaper,  
IEEJ AVLSIWS2004, pp. 192-196, 2004/10.
- 2) Akira Yasuda, Takashi Kimura, Koichiro Ochiai, and Toshihiko Hamasaki  
A class-D amplifier using a spectrum shaping technique, IEEE CICC2004 pp. 173-176, 2004/10.

##### 学術講演

- 1) 市原 淳, 安田 彰, 状態変数型位相補償回路の提案, 電気学会 電子回路研究会 ECT-05-06, pp. 29-33, Jan. (2005)
- 2) 安田 彰, 木村 隆, 落合 興一郎, 濱崎 利彦, スペクトラムシェーピング法を用いたD級増幅器, 電子情報通信学会技術報告, SIP2004-98, pp. 55-60, Oct., 2004.
- 3) 安田 彰, アナログFIRフィルタを用いたカスケード型 $\Delta\Sigma$ -DAC, 電気学会 電子回路研究会 ECT-04-50, pp. 19-24, June, 2004.
- 4) 安田 彰, 田山 隼, パイプラインADCにおけるバックグラウンド誤差検出法の高精度化, 電子情報通信学会 ソサエティ大会, A-1-7, Sep. 2004.

#### 佐藤 政孝

##### 論文

- 1) M. Shibagaki, Y. Kurematsu, F. Watanabe, S. Haga, K. Miura, T. Suzuki, and M. Satoh,  
“Development of the Novel Electron Bombardment Annealing System (EBAS) for SiC Post Ion  
Implantation Anneal”, Materials Science Forum, Vol. 483-485, pp. 609-612, 2004

- 2) M. Satoh, T. Suzuki, S. Miyagawa, and N. Yao, "Annealing Behavior of Implantation-Induced Defects in SiC at Low Temperatures", Proc. the 23rd Sympo. Mat. Sci. and Eng., (Hosei University, 2005), pp. 11-14.
- 3) M. Shibagaki, Y. Kurematsu, F. Watanabe, S. Haga, K. Miura, S. Miyagawa, T. Suzuki, and M. Satoh, "EBAS Annealing of Phosphorus(P+) Implanted SiC", Proc. the 23rd Sympo. Mat. Sci. and Eng., (Hosei University, 2005), pp. 15-18.
- 4) M. Satoh, E. Taguchi, J. Kamoshita, and T. Suzuki, "Investigation of the Ion Implantation Process to 3C-SiC(100)", Proc. the 23rd Sympo. Mat. Sci. and Eng., (Hosei University, 2005), pp. 23-26.

#### 学術講演

- 1) 鈴木知之、宮川晋吾、八尾典明、佐藤政孝、“SiC 中のイオン注入欠陥の低温アニール特性 “、第 65 回応用物理学学会学術講演会 4a-K-6, 予稿集 p. 327, 2004 年 9 月 4 日
- 2) 樽松保美、柴垣真果、渡辺文夫、芳賀重崇、三浦邦明、宮川晋吾、鈴木知之、佐藤政孝、“電子衝撃アニール装置 (EBAS) による P(燐)注入 4H-SiC アニール特性の評価”、応用物理学学会 SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会第 13 回講演会 P-18、予稿集 pp. 54-55 2004 年 10 月 21 日
- 3) 鈴木知之、宮川晋吾、八尾典明、佐藤政孝、“SiC 中のイオン注入欠陥の低温アニール特性 “、応用物理学学会 SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会第 13 回講演会 P-22、予稿集 pp. 61-62 2004 年 10 月 21 日
- 4) 松尾浩、鈴木知之、佐藤政孝、“3C-SiC への Ni オーミックコンタクトの形成”、応用物理学学会 SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会第 13 回講演会 P-28、予稿集 pp. 73-74 2004 年 10 月 21 日
- 5) 田口悦司、鴨下純一、鈴木知之、佐藤政孝、“3C-SiC(100)に形成したイオン注入層の評価”、応用物理学学会 SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会第 13 回講演会 P-48、予稿集 pp. 107-108 2004 年 10 月 21 日
- 6) 松尾浩、佐藤政孝、“金属・3C-SiC 接触の電気特性の評価”、第 52 回応用物理学関係連合講演会 30p-YK-22、予稿集 p. 448 2005 年 3 月 30 日
- 7) 柴垣真果、樽松保美、沼尻憲二、渡辺文夫、芳賀重崇、三浦邦明、宮川晋吾、鈴木知之、佐藤政孝、“φ100mm 用 EBAS (電子衝撃アニール装置) の開発と基礎特性の評価”、第 52 回応用物理学関係連合講演会 31a-YK-1、予稿集 p. 449 2005 年 3 月 31 日
- 8) 樽松保美、柴垣真果、渡辺文夫、芳賀重崇、三浦邦明、宮川晋吾、鈴木知之、佐藤政孝、“電子衝撃アニール装置 (EBAS) による Al+高温注入 4H-SiC アニール特性の評価”、第 52 回応用物理学関係連合講演会 31a-YK-2 予稿集 p. 449 2005 年 3 月 31 日
- 9) 鈴木知之、宮川晋吾、佐藤政孝、“高濃度イオン注入 4H-SiC(11-20)における電気特性のドーズ依存性”、第 52 回応用物理学関係連合講演会 31a-YK-5、予稿集 p. 450 2005 年 3 月 31 日