

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03969

研究課題名(和文) 高品質界面を有するSiC MOS反転層チャネル移動度の制約因子の解明

研究課題名(英文) Study on Limiting Factors of Electron Mobility in SiC MOS Inversion Channel with Improved Quality Interface

研究代表者

喜多 浩之(Kita, Koji)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授

研究者番号：00343145

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：SiC MOSFETのチャネル移動度は界面形成手法に強く影響される。本研究では、通常のドライ酸化の条件改善だけでは移動度が改善しないが、ドライ酸化後に水蒸気酸化(ウェット酸化)を僅かに加えるだけでSi面でのチャネル移動度が大幅に向上し、且つそれに必要な酸化量がたかだか1nm未満であることを発見した。最も効果的な移動度の改善には、水蒸気に酸素を僅かに添加した雰囲気中でより低温下で酸化が有効であった。SiC界面近傍の<2nmの領域のSiO₂の赤外分光測定による解析から、ドライ酸化よりもウェット酸化の方がSiO₂の構造歪みが低減されており、これが酸化膜中の欠陥準位の密度を低減する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：It is well known that the channel mobility of SiC MOSFETs is significantly affected by the interface formation processes. In this study, we found that a slight amount of additional oxidation in H₂O (wet oxidation) of SiC after a conventional dry oxidation can improve the channel mobility on Si-face significantly, and that the required oxidation thickness to be grown in the wet oxidation is only less than 1nm. It was also clarified that the mobility was most efficiently improved for the case of wet oxidation at low temperature in the ambient with both H₂O and O₂. From the infrared analysis of the near-interface SiO₂ structure in the region within 2 nm from SiC, we found that wet oxidation results in less strained structure than dry oxidation, which suggests the possibility that such structural relaxation would reduce the defect state density in oxide film.

研究分野：電子デバイス材料工学

キーワード：電気・電子材料 半導体物性 パワーデバイス 電界効果移動度 デバイスプロセス 熱酸化膜 炭化ケイ素

1. 研究開始当初の背景

電力制御用パワーデバイスの特性向上はエネルギー高効率利用技術として期待されているが、特に高電圧デバイスにおいてエネルギー損失が大きいこと、高い絶縁破壊電界強度を持つSiCのパワーデバイス技術は活発に開発が進められている。SiC ダイオードについては順調に市場が拡大する一方で、スイッチング素子であるSiCトランジスタについては本格的な商用化が進められているものの特性改善の余地が大きい。SiC MOSFETは、高耐圧でありながらもSi製の素子を凌駕する低オン抵抗と高スイッチング速度を期待できるのだが、MOS界面形成技術が未成熟なままであるために反転層チャネルの抵抗が大きいことが大きな問題となっている。

2. 研究の目的

従来のSiC MOSFET研究の多くは、高い界面欠陥密度のため、単純に『移動度と界面欠陥密度が相関する』という議論に終始してきた。しかし界面欠陥によるチャネル特性への作用は、その欠陥構造やエネルギーレベル、空間的な位置によって大きく異なるはずである。特にSiCのMOS界面においては、熱酸化反応によってSiO₂を形成すると同時に発生する余剰な炭素に由来する外因的な欠陥が様々な形態で形成されると予想され、しかもそれは界面だけでなく、界面近傍のSiO₂膜中で生じる可能性や、SiC基板中の欠陥を誘起する可能性まで考慮する必要がある。そこで本研究では界面欠陥とチャネル特性の相関を、従来から用いられる界面品質の評価基準(界面準位密度, D_{it})に囚われずに、電気特性・物理解析の両面から整理し、これに基づいてチャネル移動度の制約因子の本質的な理解を進めることを目的とした。

3. 研究の方法

エピタキシャル層を成長させた4H-SiC(0001)ウェハを基板として、乾燥O₂雰囲気での酸化(ドライ酸化)及びパブリングによって加湿した雰囲気での酸化(ウェット酸化)、及びその両者を連続して行うことにより、SiO₂膜を成長させた。ドライ酸化については従来研究で確立した1300℃、1atmのO₂中の酸化条件にて、ランプ加熱による急速昇降温炉中を用いて行った。ウェット酸化は700℃~1000℃で行った。パブリング時の水温によって湿度を調整する一方、キャリアガスのO₂/N₂混合比によってO₂分圧も調整を行った。熱酸化後には、X線反射率法を用いた正確な膜厚測定のほか、全反射モードでの赤外分光測定によるSiO₂構造歪みの評価、及びSiC基板表面近傍の結晶構造のin-plane XRD評価等を行った。

電気特性の評価は、まずn型SiC基板の酸化後にMOSキャパシタを形成して行った。また予めソース・ドレイン電極となるn⁺領域を形成したp型SiC基板を用い、熱酸化後のゲ

ートパターニングによってNMOSFETを形成し、移動度及び閾値の評価を行った。

4. 研究成果

(1) ドライ酸化+ウェット酸化によるチャネル移動度の大幅な向上の実証

既に過去の研究において、同じドライ酸化であっても、酸化温度と酸素分圧によって支配的な酸化反応が変化し、SiCからCOの形成が促進される条件での酸化であれば、界面欠陥準位密度(D_{it})が大幅に低減可能であることが判明している。そこで本研究ではまず、これらの条件でのドライ酸化によるMOSFET形成を行った。その結果、旧来の酸化条件に比べてチャネル移動度が改善するものの、その効果はたかだか~50%程度に限定されていた。即ち、 D_{it} として従来より評価されている界面欠陥の指標では、界面の品質は正しく表現できていないことは明らかである。

その一方、従来より特に4H-SiC(000-1)面上で形成するMOSFETが、ウェット酸化によって劇的に特性改善することはしばしば指摘されてきた。(0001)面ウェハ上においても限定的ではあるものの、改善効果の報告例は存在する。そこで、ウェット酸化にはSiC界面からある種の欠陥構造を取り除く強い効果があるものと想像される。しかしSiCのウェット酸化はSiO₂膜質の劣化を引き起こし、閾値の異常なシフトをもたらすことがあることも指摘されてきた。そこで本研究は、SiO₂膜質はドライ酸化によって維持しながらも、界面特性だけをウェット酸化で制御するための、ドライ酸化+低温ウェット酸化の2段階酸化プロセスを開発することとした。より具体的には、ドライ酸化でSiO₂を成長させた後、酸化反応速度を低く抑えた低温下で、数原子層程度のみウェット酸化を追加進行させて界面のみの改質を行うプロセスとした。

酸化速度が、およそ1Å/hrと抑制される800℃まで低温下したウェット酸化であれば、ウェット酸化時間と共にNMOSFETのチャネル移動度は急激に増大、ウェット酸化量が1nm以下程度で移動度がドライ酸化のみの場合よりも約3倍に増大した(図1)。ホール効果移動度評価の結果、この移動度上昇はキャリア散乱の抑制ではなく、同じゲート電圧下においても、実効的なチャネル中のキャリア密度が3倍に増大したことに帰着できること、即ち、ドライ酸化後には界面近傍のトラップに捕獲される割合が高く、ウェット酸化を追加したことでその割合が大幅に低減されることに帰着されることが判明した。

このようなチャネル中のキャリアの捕獲挙動は、時定数の長い欠陥準位が伝導帯近傍で働いていることを示唆する。そのような捕獲が生じるのは、欠陥がSiCから僅かに離れ、SiO₂膜中に存在し、数原子層程度のトンネリング過程を経て捕獲・放出されるために時定数が長い応答をしていると推定することができる。

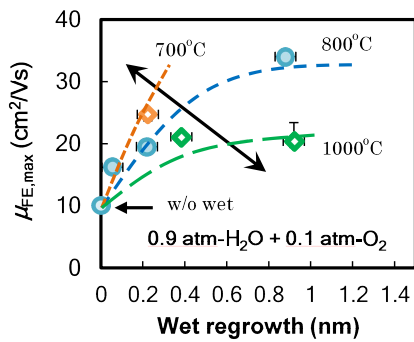


図1 700 ~ 1000 ウェット酸化による酸化膜の追加成長量と、MOSFET チャンネル移動度 μ_{FE} の相関。ウェット酸化は $H_2O:O_2=9:1$ の雰囲気で行った。

(2) SiO_2 構造にみる SiC ドライ酸化とウェット酸化の本質的な違い

そこでドライ酸化とウェット酸化により形成された SiO_2 の質的な違いを調べる目的で、赤外分光測定を行った。 $Si-O-Si$ の非対称伸縮振動の周波数は SiO_2 の骨格構造の変化を敏感に反映する。HF 中でのエッチングを繰り返し行って膜厚を徐々に薄くしながら測定を繰り返し、TO 及び LO モードピーク周波数の膜厚依存性を評価した。その結果、ドライ酸化後には 2nm 以下まで薄膜化した領域において急激な低端数側へのピークシフトがあり、これは SiC 界面近傍での SiO_2 の結合角変化または結合長変化を反映している。ところが、このような構造歪みは、ウェット酸化では大幅に緩和していた(図2)。即ち、ウェット酸化は界面近傍での SiO_2 の構造緩和によって膜中の欠陥準位の形成を抑制する効果があるものと推定される。このような構造緩和は水蒸気が $Si-O-Si$ の結合を部分的に攻撃・切断する、または炭素由来の副生成物を除去することで歪みの原因を低減させる等の理由が考えられる。また、この緩和にはたかだか 1nm 程度のウェット酸化膜の追加成長だけで十分であることから、この極薄領域に特に電荷トラップの原因となる欠陥構造が形成されていると考えられる。

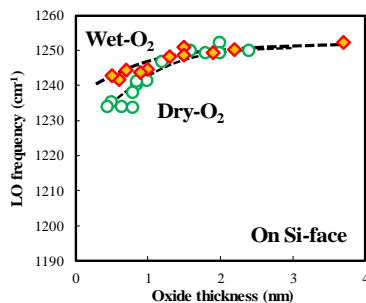


図2 ドライ酸化界面とウェット酸化界面に成長する SiO_2 膜の $Si-O-Si$ 非対称伸縮振動 LO ピーク周波数の膜厚依存性の比較。

(3) 低温ウェット酸化の速度論的特徴

また、ドライ酸化後に加える低温ウェット酸化のプロセス温度の選択が、MOSFET チャンネル移動度に与える効果を調べたところ、前出

の図1に示す通り、低温であるほど、僅かな酸化膜の追加成長だけでも移動度を効率よく向上させることができることが判明した。この理由の1つとして、SiC の O_2 酸化と H_2O の酸化の反応機構の違いに起因した速度過程の大きな違いが挙げられる。SiC の酸化は O_2 でも H_2O でも活性化エネルギーが大きく、酸化速度は低温化により急速に低下するが、 O_2 と H_2O が共存する場合にはエネルギー障壁が低下して増速が起こり、その相対的な増速効果は低温ほど顕在化する(図3)。従って低温下で水蒸気に O_2 を少量加えたことで、ドライ酸化の進行を完全に抑制しつつ、ウェット酸化だけが高い選択性で進行したと考えられる。

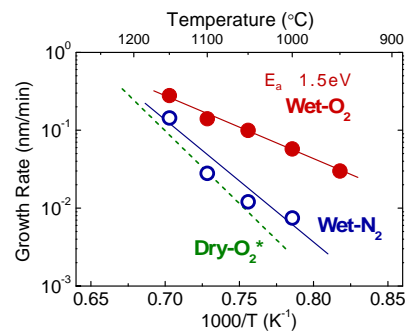


図3 4H-SiC(0001)上の酸化膜成長速度の温度依存性。Dry- $O_2 = O_2$ 酸化, Wet- $N_2 = H_2O+N_2$ 酸化, Wet- $O_2 = H_2O+O_2$ 酸化を比較した。

(4) その他の移動度制約因子の探索

以上の結果は、ウェット酸化によって界面近傍での SiO_2 膜質を改善してキャリア捕獲を抑えることで移動度が向上するというモデルで説明できるものの、まだ十分な移動度を得られたわけではなく、他にも移動度を制約する原因が残っていることが考えられる。本研究では、界面近傍の SiO_2 膜側だけでなく、SiC 基板側にも酸化による変化が生じる可能性を考え、低角入射の in-plane XRD によって基板最表面近傍での構造歪みの有無を調査した。その結果、高温でのドライ酸化後には格子定数にして 0.1% 以上の変化が生じ、不活性雰囲気中でアニールするとそれが徐々に緩和するという現象を観察した。まだ定量的な議論には今後の継続的な検討が必要な段階であるが、これも SiC の酸化反応に関する重要な発見であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計8件)

Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita, "Thermal-oxidation-induced local lattice distortion at surface of 4H-SiC(0001) characterized by in-plane X-ray diffractometry", Appl. Phys. Express 11, 011201 (2018), DOI:

10.7567/APEX.11.011201
Hirohisa Hirai and Koji Kita,
"Effects of high-temperature
diluted-H₂ annealing on effective
mobility of SiC MOSFETs estimated by
split capacitance-voltage technique",
Jpn. J. Appl. Phys. 56, 111302 (2017),
DOI: 10.7567/JJAP.56.111302
Koji Kita, Hirohisa Hirai, and Kei
Ishinoda, "Difference of
Near-Interface SiO₂ Structures
between O₂-oxidation and
H₂O-oxidation of 4H-SiC (0001) and Its
Impact on MOS Interface
Characteristics", ECS Transactions,
80 (7) 123-128 (2017), DOI:
10.1149/08007.0123ecst
Koji Kita, Hirohisa Hirai, Hiroyuki
Kajifusa, Kohei Kuroyama, Kei
Ishinoda, "Investigation of origins
of the critically different MOS
interface characteristics between
dry-oxidized and wet-oxidized
silicon carbide", Microelectronic
Engineering, 178, 186-189 (2017),
DOI: 10.1016/j.mee.2017.05.042.
Hirohisa Hirai and Koji Kita,
"Difference of near-interface
strain in SiO₂ between thermal oxides
grown on 4H-SiC by dry-O₂ oxidation
and H₂O oxidation characterized by
infrared spectroscopy", Appl. Phys.
Lett. 110, 152104 (2017), DOI:
10.1063/1.4980093
Hironobu Kamata and Koji Kita,
"Design of Al₂O₃/SiO₂ laminated
stacks with multiple interface dipole
layers to achieve large flatband
voltage shifts of MOS capacitors",
Appl. Phys. Lett. 110, 102106 (2017),
DOI: 10.1063/1.4978223
Yuki Fujino and Koji Kita,
"Estimation of Near-Interface Oxide
Trap Density at SiO₂/SiC
Metal-Oxide-Semiconductor
Interfaces by Transient Capacitance
Measurements at Various
Temperatures", J. Appl. Phys. 120,
085710 (2016), DOI:
10.1063/1.4961871
Yuki Fujino and Koji Kita,
"Quantitative Characterization of
Near-Interface Oxide Traps in 4H-SiC
MOS Capacitors by Transient
Capacitance Measurements", ECS
Trans, 69 (5) 219-225 (2015), DOI:
10.1149/06905.0219ecst

[学会発表](計 41 件)

作田良太, 西田水輝, 平井悠久, 喜多浩

之, 「窒化処理後に低温ウェット酸化処理
をした 4H-SiC MOS 構造における界面準位
密度とウェット酸化膜成長量の関係性」
第 65 回応用物理学会春季学術講演会,
3/20/2018, 早稲田大学 西早稲田キャン
パス(東京都・新宿区).

西田水輝, 作田良太, 平井悠久, 喜多浩
之 「Photo-assisted CV 測定で評価する
NIT にみる NO-POA と wet-POA 界面特性の
違い」 第 65 回応用物理学会春季学術講
演会, 3/20/2018, 早稲田大学 西早稲田
キャンパス(東京都・新宿区).

小柳 潤, 平井悠久, 喜多浩之 「SiC MOS
キャパシタにおけるバイアス印加時の
V_{FB} 安定性に低温ウェット酸化が与える
効果」 第 65 回応用物理学会春季学術講
演会, 3/20/2018, 早稲田大学 西早稲田
キャンパス(東京都・新宿区).

Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita,
"Thermal-oxidation-induced lattice
distortion at 4H-SiC (0001) surface
and its recovery by Ar annealing", 第
65 回応用物理学会春季学術講演会,
3/20/2018, 早稲田大学 西早稲田キャン
パス(東京都・新宿区).

Hirohisa Hirai, Kei Ishinoda and Koji
Kita, "Control of thermal oxidation of
4H-SiC (0001) to enhance MOSFET
channel mobility by tuning partial
pressures of oxidants (O₂ and H₂O) and
oxidation temperature," 48th IEEE
Semiconductor Interface Specialists
Conference (SISC2017), 12/07/2017,
San Diego (USA).

Ryota Sakuta, Hirohisa Hirai and Koji
Kita, "Change of SiO(N) Thermal Growth
Kinetics and Element Distribution on
4H-SiC by Foreign Elements (La and N)
Introduction", 2017 International
Workshop on Dielectric Thin Films for
Future Electron Devices (2017 IWDTF),
11/22/2017, 東大寺文化センター(奈良
県・奈良市).

Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita,
"In-Plane X-ray Diffractometry Study
on Thermal Oxidation-induced
Anomalous Lattice Distortion at 4H-SiC
Surfaces", 2017 International
Workshop on Dielectric Thin Films for
Future Electron Devices (2017 IWDTF),
11/22/2017, 東大寺文化センター(奈良
県・奈良市).

平井悠久, 喜多浩之 「4H-SiC 熱酸化に
伴う基板表面領域における酸素原子侵入
とそれに対する酸化条件の影響」, 応用
物理学会先進パワー半導体分科会 第 4
回講演会, 11/2/2017, 名古屋国際会議場,
(愛知県・名古屋市).

Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita,
"Lattice Distortion Existing Locally

on the Surface of Thermally Oxidized 4H-SiC (0001)", 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第 4 回講演会, 11/2/2017, 名古屋国際会議場, (愛知県・名古屋市).

作田良太, 平井悠久, 喜多浩之 「異種元素導入(La, N)による 4H-SiC 上の SiO(N) 成長速度と元素分布の変化」, 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第 4 回講演会, 11/2/2017, 名古屋国際会議場, (愛知県・名古屋市).

Koji Kita, Hirohisa Hirai, and Kei Ishinoda, "Difference of Near-Interface SiO₂ Structures between O₂-oxidation and H₂O-oxidation of 4H-SiC (0001) and Its Impact on MOS Interface Characteristics", 232nd The Electrochemical Society (ECS) Meeting, 10/04/2017, National Harbor (USA).

Hirohisa Hirai, Kei Ishinoda and Koji Kita, "Interface-Selective Low-Temperature Wet-O₂ Annealing to Enhance 4H-SiC (0001) MOSFET Mobility by Improving Near Interface SiO₂ Quality", International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM 2017), 09/22/2017, Washington DC(USA) .

Kei Ishinoda and Koji Kita, "Kinetics of Enhanced Oxide Growth on 4H-SiC in O₂ and H₂O Coexisting Ambient", 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2017), 09/20/2017, 仙台国際センター (宮城県・仙台市) .

Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita, "Oxidation-induced Lattice Distortion at 4H-SiC (0001) Surface Characterized by Surface Sensitive In-plane X-ray Diffractometry", 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2017), 09/20/2017, 仙台国際センター (宮城県・仙台市) .

Koji Kita, Hirohisa Hirai, Hiroyuki Kajifusa, Kohei Kuroyama and Kei Ishinoda, "Investigation of Origins of the Critically Different MOS Interface Characteristics between Dry-oxidized and Wet-Oxidized Silicon Carbide", 20th Conference on Insulating Films on Semiconductors (INFOS2017), 06/28/2017, Potsdam (Germany).

作田良太, 平井悠久, 喜多浩之 「希土類元素存在下での SiC/SiO₂ 界面での酸窒化の促進」第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 03/17/2017, パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市) .

平井悠久, 喜多浩之 「O₂ 共存 H₂O 雰囲気での界面近傍酸化膜成長による 4H-SiC MOSFET 移動度の向上」第 64 回応用物

理学会春季学術講演会, 03/17/2017, パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市) .

石野田圭, 喜多浩之 「酸化レートの変化からみた 4H-SiC Si 面ウェット酸化雰囲気中に共存する酸素の役割」第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 03/17/2017, パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市) .

梶房裕之, 喜多浩之 「4H-SiC 面上 MOS 界面特性のウェット酸化による酸化膜成長量依存性にみられる界面欠陥減少過程と膜中欠陥変化過程の速度的差異」第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 03/17/2017, パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市) .

喜多浩之 「4H-SiC MOS 界面特性の制御のための熱酸化プロセスの設計」第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 03/16/2017, パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市) .

⑲ 平井悠久, 喜多浩之, " ウェット酸化雰囲気中に共存する酸素の効果の理解に基づく 4H-SiC 各結晶面のウェット酸化プロセスの設計," 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第 3 回講演会, 11/8/2016, つくば国際会議場(茨城県・つくば市) .

⑳ 梶房裕之, 喜多浩之, " 4H-SiC C 面(000-1)のドライ及びウェット酸化条件による MOS 界面特性への影響の理解", 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第 3 回講演会, 11/8/2016, つくば国際会議場(茨城県・つくば市) .

㉑ Koji Kita and Hirohisa Hirai, "Impact of Sacrificial Consumption of Substrate By Thermal Oxidation on Electron Mobility of 4H-SiC MOSFETs", Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science / 230th ECS Meeting, 10/05/2016, Honolulu, (USA).

㉒ Koji Kita, " Opportunities to Design Thermal Oxidation and Post-Oxidation Processes to Control 4H-SiC MOS Interface Characteristics", 2016 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM), 09/28/2016, つくば国際会議場(茨城県・つくば市).

㉓ Hiroyuki Kajifusa and Koji Kita, "Study on the Guideline to Control Dry and Wet Oxidation Conditions to Improve 4H-SiC (000-1) C-face MOS Interface Characteristics," 2016 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM), 09/28/2016, つくば国際会議場(茨城県・つくば市).

㉔ Hirohisa Hirai and Koji Kita, " Impacts on 4H-SiC MOSFET Mobility of High Temperature Annealing in Oxidizing Or Inert Ambient before Gate Oxide Growth," 2016 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM),

- 09/28/2016, つくば国際会議場 (茨城県・つくば市).
- ②7 平井悠久, 喜多浩之, "酸化性および還元性雰囲気におけるゲート酸化膜成長前の高温熱処理が SiC MOSFET 移動度に与える影響," 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 09/16/2016, 朱鷺メッセ (新潟県・新潟市)
- ②8 梶房裕之, 喜多浩之, "ウェット酸化条件の制御による 4H-SiC C 面上 MOS 界面特性への影響" 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 09/16/2016, 朱鷺メッセ (新潟県・新潟市)
- ②9 喜多浩之, "4H-SiC の熱酸化過程の理解に基づく MOS 特性の制御とその課題", 第 35 回電子材料シンポジウム (EMS-35), 07/07/2016, ラフォーレ琵琶湖 (滋賀県・守山市).
- ③0 Koji Kita, Hirohisa Hirai, Yuki Fujino and Hiroyuki Kajifusa, "Control of SiC thermal oxidation processes for the improvement of MOSFET performance", 229th Meeting of the Electrochemical Society, 05/29/2016, San Diego (USA).
- ③1 黒山 滉平, 平井 悠久, 山本 建策, 金村 高司, 喜多 浩之 「4H-SiC m 面上に形成された熱酸化膜の界面近傍における微視的構造の特徴の赤外分光法による解析」 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 03/21/2016, 東京工業大学 大岡山キャンパス (東京都・目黒区).
- ③2 平井悠久, 作田良太, 喜多浩之 「4H-SiC MOSFET 移動度に対する熱酸化による基板特性劣化とダメージ層除去効果の競合」 03/20/2016, 東京工業大学 大岡山キャンパス (東京都・目黒区).
- ③3 梶房裕之, 喜多浩之 「4H-SiC C 面における高温・低 O₂ 分圧下ドライ酸化による MOS 界面特性の制御」, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 03/21/2016, 東京工業大学 大岡山キャンパス (東京都・目黒区).
- ③4 藤野雄貴, 喜多浩之 「4H-SiC MOS キャパシタ界面近傍における電子と正孔の膜中トラップ密度分布の比較」 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 03/21/2016, 東京工業大学 大岡山キャンパス (東京都・目黒区).
- ③5 平井悠久, 喜多浩之, "4H-SiC/SiO₂ 界面に対する高温ドライ酸化および高温希釈水素 POA の効果", 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第 2 回講演会, 11/10/2015, 大阪国際交流センター (大阪府・大阪市).
- ③6 Yuki Fujino and Koji Kita, "Quantitative Characterization of Near-Interface Oxide Traps in 4H-SiC MOS Capacitors by Transient Capacitance Measurements", 228th Meeting of the Electrochemical Society, 10/12/2015, Phoenix, (USA).
- ③7 Hirohisa Hirai and Koji Kita, "Extraction of electron effective mobility of 4H SiC MOS inversion channel with thermally grown SiO₂ by high frequency split C V technique", 2015 Int. Conf. on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM2015), 10/06/2015, Giardini Naxos (Italy).
- ③8 Koji Kita, Richard Heihachiro Kikuchi, and Hirohisa Hirai, "Combination of High temperature Oxidation and Low temperature O₂ Annealing toward Nearly Ideal MOS Characteristics on 4H SiC (0001)", 2015 Int. Conf. on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM2015), 10/04/2015, Giardini Naxos (Italy).
- ③9 Yuki Fujino and Koji Kita, "Characterization of Near-Interface Oxide Trap Density in SiC MOS Capacitors by Transient Capacitance Measurements at Various Temperatures", 2015 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM2015), 09/29/2015, 札幌コンベンションセンター (北海道・札幌市).
- ④0 Hiroyuki Kajifusa and Koji Kita, "Removal of Near-Interface Oxide Traps at SiO₂/SiC Interface by Post-Oxidation Annealing in Reducing Ambient", 2015 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM2015), 09/29/2015, 札幌コンベンションセンター (北海道・札幌市).
- ④1 Hirohisa Hirai and Koji Kita, "Effects of High-Temperature Diluted-H₂ Annealing on Effective Mobility of 4H-SiC MOSFETs with Thermally-Grown SiO₂", 2015 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM2015) 09/29/2015, 札幌コンベンションセンター (北海道・札幌市).

〔その他〕

研究室ウェブページ

<http://www.scio.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東京大学・大学院工学系研究科・准教授
喜多浩之 (KITA, Koji)
研究者番号: 00343145

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし