

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03771

研究課題名（和文）SiCの熱酸化が誘起する界面近傍構造変化の解析とMOSFET特性向上指針の明確化

研究課題名（英文）Clarification of the guideline to improve SiC MOSFET performance based on the structural deformation analysis near the thermally-oxidized 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） 34,300,000円

研究成果の概要（和文）：SiCパワーMOSFETはチャネル特性の制約因子が未解明であるため高性能化指針が不明瞭なままという問題がある。本研究ではゲート絶縁膜であるSiO₂の形成に伴ってSiO₂/SiC界面で生じる、従来は知られていなかった現象を発見するとともに、その機構の解明を行った。例えば界面形成時にSiC内部に異常な歪みが発生する現象、界面欠陥抑制のための窒素導入に伴うSiCとSiO₂のバンドの並び方（バンドアライメント）の変化である。また界面に対する水蒸気アニールによる特性改善効果を、特にSiO₂膜中に分布する欠陥準位の評価に基づき明確化し、さらにこれらの検討に基づいたデバイスプロセス設計指針を新たに提示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

MOSFETのチャネル特性は、ゲート絶縁膜とチャネル部分がつくる界面の品質で決まるが、汎用的な手法で評価される指標である「界面準位密度」ではSiC-MOSFETの性能の善し悪しを反映しない。本研究では界面品質を従来通りの電気特性評価だけで決めるのを止め、界面近傍の数nmの空間の物性変化によって捉え直すことにより、新たにSiC中の異常な変化の発生やSiO₂膜中の欠陥準位の増減を発見し系統的に解析した。これにより界面形成プロセスが与える、従来見落とされていた新たな効果を明確化している。これらの見解は、本研究内で既に提示したものに限らず、新たなSiCデバイス高性能化指針のヒントとなるものである。

研究成果の概要（英文）：The problem with SiC power MOSFETs is that the guideline for performance improvement remains unclear because the limiting factors for channel characteristics are not yet clarified. In this study, we discovered a few previously unknown phenomena that occur at the SiO₂/SiC interface during the formation of SiO₂, the gate insulator, and elucidated the mechanisms of those phenomena. Examples of those phenomena are: anomalous distortion in SiC during the interface formation, and the change of band alignment between SiC and SiO₂ caused by the introduction of nitrogen for the suppression of interface defects. The benefit of H₂O vapor annealing of the interface was also clarified based on the evaluation of defect levels distributed inside of the SiO₂ film. Based on these findings, we newly provided some guidelines for device process design.

研究分野：電子デバイス材料工学

キーワード：電子・電気材料 パワーデバイス SiC ゲート絶縁膜 界面準位 欠陥構造 格子歪み 閾値電圧

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の高効率利用技術として重要である。家庭電器などの小さな電力を扱うものは既に Si 製の高効率なデバイスの開発と普及が進んできた一方、EV などの自動車や鉄道用途、産業用大型モーターの駆動と制御用途、さらには送電設備用途など高耐压デバイスのエネルギー損失は依然として大きい。そこで高い絶縁破壊電界強度を持つ SiC のパワーデバイスの本格的な普及が望まれる。ところが、現実的には、SiC 上のゲート絶縁膜形成技術が未成熟なままであり、反転層チャネルの抵抗が大きいことが足枷となって素子の抵抗損失が下げられず、また長期動作の信頼性が確保できない問題がある。申請者は以前より、4H-SiC の熱酸化機構の解明と制御に取り組んできたが、絶縁膜-半導体界面(以降、これを MOS 界面と書く)特性を本質的に損なっている因子が不明という現実と直面してきた。

SiC の熱酸化によるゲート絶縁膜形成は、SiC ウェハを高温の O_2 や H_2O に晒すことにより、高純度で均一性の極めて高い SiO_2 薄膜が形成できる点で優れたプロセスである。従来の Si-MOS 界面特性では電気特性解析における界面品質の評価基準である「界面欠陥準位密度 (D_{it})」が性能の支配的な因子であった。ところが SiC においては D_{it} を最小化したつもりでも金属-酸化膜-半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)の性能は劇的には向上しないこと、 D_{it} を変えなくてもチャネル移動度が劇的に向上するプロセスが存在すること、など D_{it} を絶対的評価基準とするのは誤りである。つまり D_{it} 以外に MOSFET の性能を決定的に制約する未解明の因子が存在する。

2. 研究の目的

そこで本研究では SiC の材料学的特徴、反応の特徴に立ち返り、未解明なままの移動度制約因子に対する理解を深め、さらにその理解を踏まえたプロセスを検討する。そこで第一の目的は、SiC の熱酸化反応後の界面の構造的な特徴を解析し、各種の界面形成プロセスの効果を材料学の観点で解明することである。ここで界面のうち、界面近傍のナノメートルの領域における SiO_2 構造と、SiC 構造の双方に着目して、 D_{it} に代わる高移動度化にとって重要な因子を SiC デバイス研究者へ向けて明示することを目指す。また第二の目的は、未解明の SiC 界面現象を詳しく調査し、特に結晶方位依存性なども意識しながら機構を明確化することである。第三には、これらの因子の理解に基づきながら理想的な絶縁膜形成プロセスへ向けた提言を行うことである。

3. 研究の方法

表面にエピタキシャル膜を有する n 型および p 型の 4H-SiC(0001)ウェハ、および比較対象として面方位が異なる(000-1)、(1-100) ウェハを洗浄後、熱酸化プロセスによって SiO_2 膜を形成した。さらに 1150°C における NO 雰囲気アニールや、800°C ~ 1400°C での様々な条件での水蒸気アニールを加えた。一部は電気特性評価のために Au 電極を蒸着して MOS キャパシタを形成し、ゲートリーク電流特性のほか、Capacitance-Voltage(CV)特性からフラットバンド電圧(V_{FB})や D_{it} を評価した。また遅い応答をする欠陥準位の評価として CV 特性のヒステリシス幅を各種の測定温度で評価し、特に光照射による変化を調査した(後述)。一方、界面構造の評価手法として、SiC 表面での全反射領域の近傍の入射角を用いた In-plane X 線回折(XRD)測定、Ge プリズムを使用した全反射モードによる赤外分光測定(ATR-FTIR)、X 線光電子分光測定(XPS)を用いた電子構造評価を行った。MOSFET 特性評価では、p 型ウェハ上にイオン打ち込みと活性化アニールによってソース/ドレイン部分を形成、フォトリソグラフィを用いて面内 MOSFET を形成した。

4. 研究成果

(1) SiC の熱酸化反応に伴って SiC 内部に生じる変化の発見とその現象の解明

SiC を熱酸化するときには主として CO として炭素を放出しながら SiO_2 を形成することがわかっているが、これと同時に SiC 内部にも変化が生じる可能性に着目した。そこで SiC ウェハ表面近傍の構造変化を選択的に検出する目的で、熱処理前後での In-plane XRD 法によるウェハ表面の格子定数の精密評価を行った。この手法では X 線入射角を全反射領域の近傍に抑え、侵入長を制限した条件を用いるため、検出される回折光は表面近傍のごく浅い領域の格子定数を反映している。また In-plane 回折なので得られる格子面間隔の情報は面内方向のものに限定されている。その結果、熱酸化の進行に伴って SiC 表面の格子面間隔が増大しており、酸化時間が長くなるほど格子の歪み量はほぼ比例して増大した。しかも観察される歪み量が最大で 0.4% もの大きい異常な歪みである。また表面に成長した SiO_2 酸化膜を HF 溶液中で除去したところ、一部は緩和するものの歪み量の多くはそのまま保存されていた。

この異常な歪み導入後のウェハを Ar 雰囲気中でアニールすると、今度は格子面間隔が減少に転じ、格子の緩和が観察された(図 1)。そこで Ar アニールと共に格子定数が緩和する速度につい

て 1150°C ~ 1400°C の間で温度依存性を調査したところ、温度依存性は弱く、その活性化エネルギーはたかだか ~ 1 eV 程度であった。従って、歪みの導入は熱酸化に付随した現象であるのに対し、緩和過程はこれとは全く異なる現象である。

比較のため、SiC 表面に歪みを与える目的で Ar イオンと O イオンの 2 種類のイオン打ち込みを実施した。Ar イオン打ち込みは高濃度の格子間原子を生じて格子面間隔の増大を引き起こすのだが、その後の Ar アニールによって急速に緩和した。一方、O イオン打ち込みの場合、アニール後に一旦急に歪みが急増大し、熱酸化の場合と類似な緩和挙動を示した。そこで、O イオン打ち込みと熱酸化の両者には Ar イオン打ち込みにはない、共通点があると推定できる。その機構として、熱酸化時に SiC 表面から内部へと侵入した過剰な O が欠陥構造を形成、蓄積して歪みを誘起し、アニール時にはその構造の脱離によって緩和が進行するというモデルを考えた。これに対応する欠陥構造を検出する目的で、歪みの大きさの異なる SiC ウェハ表面について、ATR-FTIR スペクトルを調査した。その結果、熱酸化後のウェハ、及び酸素イオン打ち込み後に短時間の熱処理を加えたウェハの表面付近には、微弱ながら Si-O, C-O, C=O に帰属可能な赤外吸収ピークが検出され(図 2)、しかもそれらのピークの強度は、SiC 表面に観察される歪みの大きさとおおむね相関していることを発見した。さらに Ar アニールを加えて歪みが減衰するときには赤外吸収スペクトルにみられる微弱ピークの強度も相関して減少した。即ち、SiC 中に侵入した酸素がつくる Si-O-C の架橋構造やカルボニル構造 $\text{Si}_2\text{C}=\text{O}$ などが異常な歪みの原因となっており、この歪みの緩和にはこれらの欠陥構造の分解と除去が必要となると示唆される。また、この Si-O-C の架橋酸素による結合は比較的弱いことが知られており、前述の緩和のための活性化エネルギーが比較的小さく観察されることとも符合する。

以上より、SiC 熱酸化過程は SiC ウェハ中へ酸素を侵入させて内部に欠陥構造を形成するとともに異常な歪みをもたらすことが明らかとなった。従来、熱酸化による SiO_2 形成過程は、その反応に伴って生じる炭素を外部へ放出する観点からより高温での反応条件が必要とされてきたのだが、実は高温であるほど SiC 内部への酸素の侵入を多く許容してしまうのであり、その回避には、低温でありながら炭素を効果的に除去できるプロセスや、酸素に代わる酸化剤を用いるプロセスなどを検討する必要がある。

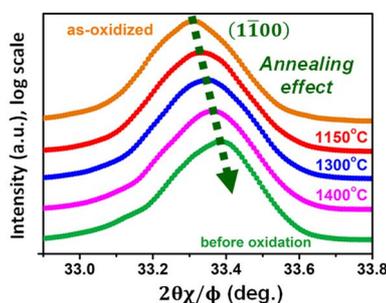


図 1 熱酸化後の Ar アニールによる In-plane XRD ピーク変化

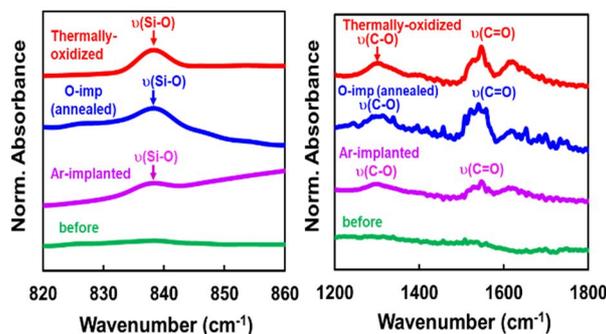


図 2 熱酸化及び O イオン打ち込みによる FTIR の変化の例

(2) SiC の熱酸化膜の NO アニールおよび水蒸気アニールによる界面近傍 SiO_2 の特性の違い

SiC MOS 界面の近傍をよく調べると、(1)で述べた SiC 内部だけでなく、 SiO_2 側についても構造が大きく歪んでいることが分かっており、界面近傍のナノメートル領域ではバルクでの SiO_2 の特性とは異なっている。そこで本研究では特にこの領域に存在する膜中欠陥準位に着目した。これらの準位は、半導体表面から離れているものの、~nm の距離の領域であればトンネルする電子を捕獲する準位としてはたらいており、その長い時定数のため通常の交流信号を用いた測定ではしばしば見落とされている。このような遅い応答をする捕獲準位の存在を、MOS キャパシタの CV 特性のヒステリシスとして検出すれば捕獲電荷量へ換算が可能である。これまでの欠陥準位の評価手法では、主として SiC 伝導帯端付近のエネルギーの準位が注目されてきた一方、ミッドギャップ近傍の深い準位および価電子帯近傍の準位についての検討例は少ない。本研究ではまず、ミッドギャップ近傍の深い準位の評価手法として、分光器を通した単色光の照射によってトラップ電荷を励起させたときの応答を調べる手法を開発した。バンドギャップ以下のエネルギーの単色光では、バンド間の遷移は生じない代わりに、欠陥準位に捕獲された電子の励起が、その照射するエネルギーに応じて生じると期待される。従って、照射光の波長を変えることによって応答する欠陥準位のエネルギー範囲を変えることができる。その結果、各種のパッシベーション処理を行った後でも、伝導帯および価電子帯から 1eV 以上の深いエネルギー領域に、時定数の遅い準位が高密度に残っていること(図 3 の D_{eff})、および NO アニールに比べて水蒸気アニールによる処理の方が、これらの深い準位を効果的に低減できることが判明した。同じ測定を、低温下 (-100°C, -50°C) で行って比較したところ、低温であるほど NO アニールと水蒸気アニールの差は広がった。これは低温では応答が遅くなり、主として < 1nm のより界面に近い領域に存在する準位が応答することを考慮すると、水蒸気アニールは酸化膜中の深い準位のうち、より界面に近い領域に生成する準位に対して最も効果的にはたらくと結論された。

水蒸気アニールによる効果についてさらに追及したところ、価電子帯近傍の欠陥準位低減に

対しても有効にはたらくことが判明した。例えば p 型基板を用いた MOS キャパシタの特性は、800°Cの水蒸気アニール(図 4 の HPLT)によって D_{it} が $10^{11} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 程度となることから実証された。ただし、この条件では界面欠陥は低減できるものの、同時に酸化膜中に新たな欠陥構造が導入されてしまい、ゆっくりと電荷捕獲が進行して信頼性が低下するという課題があった。そこで水蒸気の濃度を ~ 数% 以下に希釈した雰囲気中で 1300°C の高温短時間とした条件(図 4 の LPHT)を検討したところ、価電子帯近傍で D_{it} が大幅に減少すると同時に、膜質の改善が見られた。遅い準位の目安となる CV 特性のヒステリシスが最小化され、また一定電圧を長時間にわたって印加した際の特性変化から推定する電荷捕獲量も大幅に抑制された。

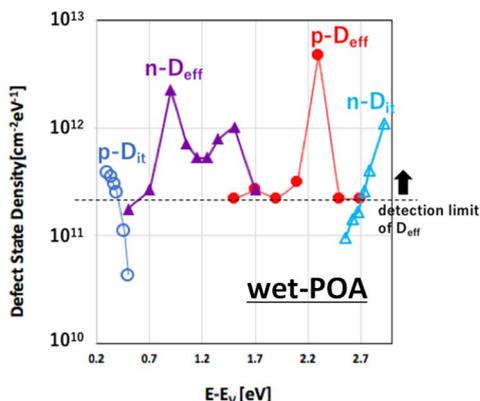


図 3 水蒸気アニール後の界面近傍の SiO_2 中にある応答の遅い深い準位の実効密度のエネルギー分布

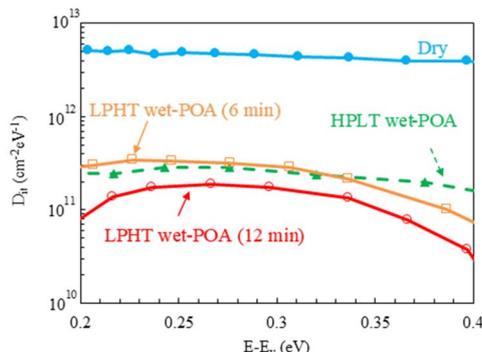


図 4 水蒸気アニール後の SiC MOS 界面における価電子帯端での D_{it} 分布

(3) SiC 表面への N 導入に伴うバンドアライメントの変化の発見とその影響の評価

SiC に熱酸化膜を形成した後に、NO 雰囲気中でアニールを行うことで N が選択的に SiC 最表面の C を置換することにより、界面欠陥の形成を抑制する技術がしばしば用いられている。N 導入による影響の 1 つとして、 SiO_2 と SiC のバンドアライメントの変化に着目した。NO アニールの時間を調整することにより N 導入量を段階的に変えて電子構造を調べたところ、XPS の価電子帯スペクトル解析により、 SiO_2/SiC のバンドオフセットが数百 meV のオーダーで変化すること(図 5)、またそれに伴って必然的に MOS キャパシタの V_{FB} がシフトすることを発見した。低温下(-150°C)で MOS 構造のゲートリーク電流は Fowler-Nordheim(FN)トンネル機構に支配され、その特性からも伝導帯オフセットを推定することもでき、図 5 に併せて示す通り、その結果からも価電子帯解析の結果と整合する傾向が得られた。以上のことから界面への N 導入は、界面欠陥を効果的に抑制する一方で、バンドアライメントにも強く影響を与えると結論された。

さらに驚いたことに、N 導入によるバンドアライメント変化の方向は、4H-SiC 結晶の(0001)面上で評価した結果と、(000-1)面上での結果では逆向きとなっていた。その解釈として最も合理的なのは、SiC 表面を N が規則正しく置換することで生じる双極子による分極効果による説明である。即ち、SiC 表面への N 導入サイトの主たる構造は、N が C を置換して周囲を 3 つの Si に囲まれたものであり、この単位構造は分極を有している。4H-SiC 結晶の再表面にこの構造が規則正しく整列した場合、(0001)面上では SiC 側を正、 SiO_2 側を負に分極させる効果を持ち、観察されているバンドアライメント変化の方向と整合するが、(000-1)面上ではそれが逆に配置されることになると考えられる。これはいわば N 導入に伴う「界面双極子層」の形成である。

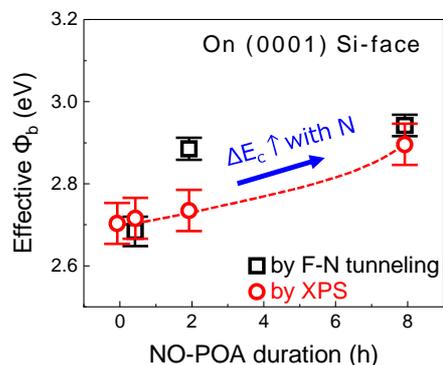


図 5 $\text{SiO}_2/4\text{H-SiC}(0001)$ 界面の伝導帯オフセットの NO アニール時間による増大効果

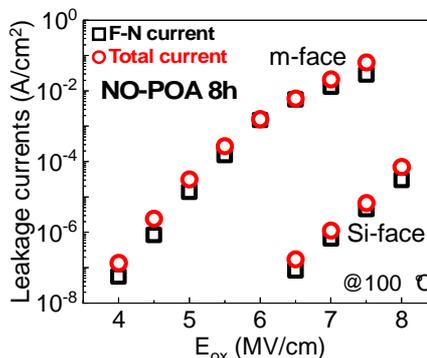


図 6 (0001)面、(1-100)面上の NO アニール後の MOS キャパシタのリーク電流(@100 °C)の比較

このように SiC の MOS 界面特性は結晶面によって大きく異なり、各面の特性制御指針の違いを明確化することは重要である。特に近年に電流密度を向上させる目的で製造が進むトレンチ MOS 型のトランジスタでは主に 4H-SiC の(0001)ウェハに垂直に掘ったトレンチの側面をチャンネルに用いており、(1-100)面の特性は応用上重要である。そこで(1-100)面ウェハ上でのバンドアラ

イメントを調査したところ、NO アニールの進行と共に伝導帯オフセットが減少する傾向がみられた。この変化による応用上の影響は2点であり、1つはトランジスタの閾値の正方向シフトであり、このことはMOS キャパシタの V_{FB} シフトからも確かめられた。もう1つの影響は、ゲートリーク電流の増大である。ゲートリーク電流は、低温下ではFNトンネル機構が支配的であり、N導入に伴って伝導帯オフセットが低下するとリーク電流が増大するため、(0001)面上の特性と比べると、特にN導入後のリーク特性の点で不利となってしまう(図6, ○印)。実際のパワーデバイス動作温度に近い100°C以上の領域となると徐々にPoole-Frenkel伝導が支配的となるものの、この温度域においても(0001)面上よりもリーク電流が大きい傾向が維持された(図6, 印)。以上のように面方位によるMOS特性の本質的な違いには、界面欠陥密度の大小だけでなく、N導入に伴う閾値やリーク電流の変化の仕方にも違いが現れる点に注意が必要である。

(4) SiC MOSFET の特性向上のための絶縁膜形成プロセス設計指針について

SiC-NMOSFET について、NO アニールによるN終端を用いた高移動度化技術を発展させるため、NO アニール後に水蒸気を用いた低温での追加アニールの与える効果を検討した。既に項目(1)で述べた通り、界面形成プロセスの低温化や O_2 に代わる酸化剤の利用は重要であり、また(2)で示した通り水蒸気は SiO_2 膜中の界面近傍の捕獲準位の減少に効果的であることに注目したものである。その結果、水蒸気による界面での SiO_2 追加成長量が1ML程度の僅かな反応だけで D_{it} が最小化すると同時に、MOSFETの電界効果移動度が最大化した(図7)。即ち、NによるSiC表面のパッシベーション効果に加えて H_2O による界面近傍のC除去や界面近傍の SiO_2 中の捕獲準位低減効果が相加的にはたらくとして説明できる。しかし、水蒸気アニール時間を延長して1MLを超える過剰な追加成長量となると移動度の向上効果はほぼ見られなくなった。これは界面をパッシベートしていたNを脱離させて界面特性を劣化させてしまうためと考えられる。

一方で、初期のN原子密度を高めるための指針もまた重要である。NO雰囲気中でのSiCへの窒素導入反応は、NOによる酸化に伴って進行することが知られている。同様に、僅かに O_2 を共存させた N_2 雰囲気中においてもN導入反応は進行する。このときの表面反応の動力学的解析を行ったところ、共存する O_2 が酸化反応によってSiCを消費するとNを脱離させる一方で、 $\sim Pa$ 前後程度の僅かに加えた O_2 がN導入反応の加速の役割を持つことを突き止めた。アニール時間と共にN濃度が飽和する挙動は、N導入と脱離の2つの反応の単純なバランスで近似でき、その結果、 O_2 分圧を抑えて酸化速度を抑制しながら、遅い窒化反応を長時間かけて進める条件において高いN原子密度が実現することを解明した(図8)。これらのことは界面パッシベーションプロセスの設計において重要な指針になると思われ、今後の展開が期待できる。

また、これらの界面形成技術に追加可能なプロセスとして、ゲート絶縁膜を Al_2O_3/SiO_2 積層膜とすることでMOSFETの閾値を正方向にシフトさせる技術の実用性についても検討を行った。高耐圧用途のパワーMOSFETでは誤動作を回避するために高い閾値電圧を設計する必要があるが、通常はこれをチャンネルのドーピング濃度を増大させることによって制御するのだが、界面起因の強いクーロン散乱が移動度を制約しているSiCのMOSFETでは、チャンネルのドーピング濃度の増大によって深刻な移動度劣化があることが判明している。そこでこれを克服するにはチャンネルドーピングに頼らずに閾値電圧を向上させる技術が求められる。特に、項目(3)で述べた通り、界面へのN導入はバンドアライメントをシフトさせていることがわかっており、MOS界面形成プロセスと閾値の制御は切り離せなくなっている。そこでドーピング濃度に頼らず、しかしMOS界面形成プロセスとは独立して、閾値を意図的に変えられるプロセスがあるとよい。その有力なアプローチの一つとして、ゲートスタック中のダイポール効果の利用を考案し、厚い SiO_2 絶縁膜の直上に、スパッタリング法を用いて3nmだけ Al_2O_3 を積層した構造とした。 Al_2O_3/SiO_2 界面には正方向シフトを起こすダイポール層が導入されることが知られており、実際にこの効果によって0.6~0.8Vのシフトが観測された。この手法ではチャンネルのドーピング濃度を変えずに済むため、移動度を劣化させることなく閾値を正方向へシフトさせることができる。これは移動度劣化を回避する手法としての応用が期待できる。

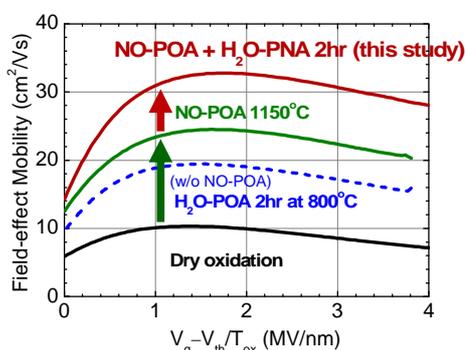


図7 熱酸化膜のNOアニール後に800°Cでの水蒸気アニールを追加したときの4H-SiC(0001)面内MOSFET移動度向上効果

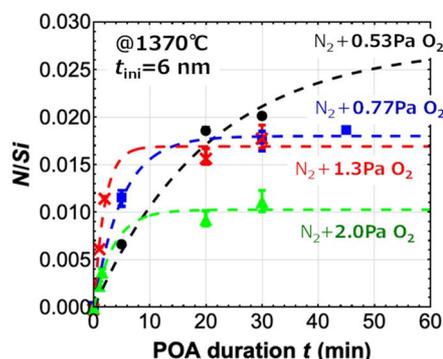


図8 $N_2(+O_2)$ 雰囲気中でSiC表面へのN導入量の飽和挙動に対する O_2 分圧の影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Rimpei Hasegawa and Koji Kita	4. 巻 61
2. 論文標題 Characterization of deep traps in the near-interface oxide of widegap metal-oxide-semiconductor interfaces revealed by light irradiation and temperature change	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SH1006 ~ SH1006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac6564	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tianlin Yang and Koji Kita	4. 巻 61
2. 論文標題 Considerations on the kinetic correlation between SiC nitridation and etching at the 4H-SiC(0001)/SiO ₂ interface in N ₂ and N ₂ /H ₂ annealing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SC1077 ~ SC1077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac4357	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Qiao Chu, Masato Noborio, Sumera Shimizu, and Koji Kita	4. 巻 116
2. 論文標題 Influences of coexisting O ₂ in H ₂ O-annealing ambient on thermal oxidation kinetics and MOS interface properties on 4H-SiC (1-100)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Science in Semiconductor Processing	6. 最初と最後の頁 105147-1 ~ 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mssp.2020.105147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tae-Hyeon Kil and Koji Kita	4. 巻 98
2. 論文標題 Consideration on SiO ₂ /4H-SiC Band Alignment Modulation by NO Annealing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ECS Transactions	6. 最初と最後の頁 47 ~ 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/09803.0047ecst	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Siri Nittayakasetwat and Koji Kita	4. 巻 184
2. 論文標題 Evidence of ferroelectric HfO ₂ phase transformation induced by electric field cycling observed at a macroscopic scale	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Solid-State Electronics	6. 最初と最後の頁 108086-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sse.2021.108086	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Siri Nittayakasetwat and Koji Kita	4. 巻 60
2. 論文標題 Anomalous structural distortion - a possible origin for the waking-up of the spontaneous polarization in ferroelectric HfO ₂	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 070908-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac085c	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tae-Hyeon Kil, Atsushi Tamura, Sumera Shimizu, and Koji Kita	4. 巻 14
2. 論文標題 Impacts of band alignment change after interface nitridation on the leakage current of SiO ₂ /4H-SiC (0001) and (1-100) MOS capacitors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 081005-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac16b9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Hamaguchi and Koji Kita	4. 巻 59
2. 論文標題 Impacts of density of deposited dielectric films on temperature dependence of interface dipole layer in multilayered dielectric capacitors for energy harvesting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 S11MA05-1--5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab8bbe	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tae-Hyeon Kil and Koji Kita	4. 巻 116
2. 論文標題 Anomalous band alignment change of SiO ₂ /4H-SiC (0001) and (000-1) MOS capacitors induced by NO-POA and its possible origin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 122103-1--4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5135606	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita	4. 巻 59
2. 論文標題 Physical analysis of remained oxidation byproducts as the origins of lattice distortion at the surface of 4H-SiC by Fourier-transform infrared spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 SMMMA02-1--5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab7fe9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koji Kita, Eiki Suzuki, and Qin Mao	4. 巻 92 (1)
2. 論文標題 Study on the Effects of Post-Deposition Annealing on SiO ₂ / -Ga ₂ O ₃ MOS Characteristics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ECS Transactions	6. 最初と最後の頁 59-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/09201.0059ecst	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jun Koyanagi, Mizuki Nishida and Koji Kita	4. 巻 59
2. 論文標題 Significant reduction of interface trap density of SiC PMOSFETs by post-oxidation H ₂ O annealing processes with different oxygen partial pressures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 SMMMA06-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab8e1f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita	4. 巻 12
2. 論文標題 Similarity and difference of the impact of ion implantation and thermal oxidation on the lattice structure of 4H-SiC (0001) surface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Express	6. 最初と最後の頁 085507-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab30d4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hatmanto Adhi Dwi, Kita Koji	4. 巻 12
2. 論文標題 The kinetics of lattice distortion introduction and lattice relaxation at the surface of thermally-oxidized 4H-SiC (0001)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 055505 ~ 055505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab103e	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nittayakasetwat Siri, Kita Koji	4. 巻 125
2. 論文標題 Anomalous temperature dependence of Al ₂ O ₃ /SiO ₂ and Y ₂ O ₃ /SiO ₂ interface dipole layer strengths	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 084105 ~ 084105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5079926	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirai Hirohisa, Kita Koji	4. 巻 113
2. 論文標題 Low temperature wet-O ₂ annealing process for enhancement of inversion channel mobility and suppression of V _{fb} instability on 4H-SiC (0001) Si-face	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 172103 ~ 172103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5042038	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kita Koji, Hatmanto Adhi Dwi	4. 巻 86
2. 論文標題 Significant Structural Distortion in the Surface Region of 4H-SiC Induced by Thermal Oxidation and Recovered by Ar Annealing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ECS Transactions	6. 最初と最後の頁 63 ~ 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/08612.0063ecst	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kita Koji, Nishida Mizuki, Sakuta Ryota, Hirai Hirohisa	4. 巻 86
2. 論文標題 Minimization of SiO ₂ /4H-SiC (0001) Interface State Density by Low-Temperature Post-Oxidation-Annealing in Wet Ambient after Nitrogen Passivation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ECS Transactions	6. 最初と最後の頁 61 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/08602.0061ecst	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計56件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 Siri Nittayakasetwat and Koji Kita
2. 発表標題 Relationship between the Waking-up Effect and Structural Distortion in Ferroelectric HfO ₂ characterized by X-ray Diffraction
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil and Koji Kita
2. 発表標題 Consideration on SiO ₂ /4H-SiC Band Alignment Modulation by NO Annealing
3. 学会等名 acific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 朮山 陽紀, Siri Nittayakasetwat, 喜多 浩之
2. 発表標題 キャップ層を用いたアニールによるHfO ₂ 膜中歪み操作と強誘電相安定化効果の面内および面外方向へのX線回折を用いた評価
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Siri Nittayakasetwat and Koji Kita
2. 発表標題 Direct Evidence of Electric Field driven Phase Transformation in the Waking-up Process of Ferroelectric HfO ₂ Characterized by Conventional X-ray Diffraction
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武田 大樹, 喜多 浩之
2. 発表標題 -Ga ₂ O ₃ 電子構造のUPS評価に基づくMOS界面固定電荷密度の正確な抽出
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 凜平, 喜多 浩之
2. 発表標題 低温化によるキャリア捕獲時定数の増大に着目した4H-SiC MOS界面近傍欠陥の評価手法の検討
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐俣 勇祐, 増永 昌弘, 島 明生, 桑名 諒, 喜多 浩之
2. 発表標題 高温アニールと 線照射による4H-SiC/SiO ₂ 窒化界面構造の変化の違い
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐賀 利浩, 喜多 浩之
2. 発表標題 予め高温N ₂ +H ₂ アニールを施した4H-SiC表面へのMOS形成プロセス
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taehyeon Kil, Munetaka Noguchi, Hiroshi Watanabe, and Koji Kita
2. 発表標題 Positive VFB shift of 4H-SiC MOS capacitors induced by Al ₂ O ₃ /SiO ₂ interface dipole layer formation
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tianlin Yang and Koji Kita
2. 発表標題 Considerations on competition between SiC surface nitridation and etching at SiO ₂ /SiC interface induced by high-temperature N ₂ annealing
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Siri Nittakayasetwat and Koji Kita
2. 発表標題 Evidence of Ferroelectric HfO ₂ Phase transformation Induced by Electric Field Cycling Observed at a Macroscopic Scale
3. 学会等名 22th Conference on Insulating Films on Semiconductors (INFOS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rimpei Hasegawa and Koji Kita
2. 発表標題 Characterization of Deep Traps in Near-Interface Oxide of Widegap MOS Interfaces Revealed by Light Irradiation and Temperature Change
3. 学会等名 2021 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices: Science and Technology (IWDTF2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil and Koji Kita
2. 発表標題 Unexpected Fixed Charge Generation by an Additional Annealing after Interface Nitridation Processes at SiO ₂ /4H-SiC (0001) MOS Interfaces
3. 学会等名 2021 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices: Science and Technology (IWDTF2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 喜多浩之
2. 発表標題 SiC表面の酸化と窒化によるMOS界面形成の科学
3. 学会等名 第27回電子デバイス界面テクノロジー研究会－材料・プロセス・デバイス特性の物理－（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川 凜平, 喜多 浩之
2. 発表標題 照射光の波長と測定温度によるC-V特性の違いを利用したSiC MOS界面近傍の深い準位の評価
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Qin Mao and Koji Kita
2. 発表標題 Insulating Ga ₂ O ₃ layer formation at SiO ₂ / -Ga ₂ O ₃ interface during oxygen annealing at 1000 and its impact on Ga ₂ O ₃ MOS interface characteristics
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱口 高志, 喜多浩之
2. 発表標題 Al ₂ O ₃ /SiO ₂ 界面ダイポール層強度の温度依存性と各酸化物の密度の相関
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐俣 勇祐, 喜多浩之
2. 発表標題 Si 面・C 面・a 面上に形成された 4H-SiC/SiO ₂ 窒化界面構造の安定性の比較
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Qiao Chu, Adhi Dwi Hatmanto, Masahiro Masunaga, Akio Shima and Koji Kita
2. 発表標題 Mechanical-stress-induced anomalous change of electrical characteristics of 4H-SiC (0001) NMOSFET fabricated on Al-implanted p-type well
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小柳 潤, 喜多浩之
2. 発表標題 ウェットPOA処理を用いて形成するp型4H-SiC (0001) MOS界面特性に与える酸素分圧及び温度による影響の考察
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷川 凜平, 喜多浩之
2. 発表標題 光照射及び低温化により生じるヒステリシスの違いによって検出されるNO-POAと水蒸気POAを行ったp型SiC MOS界面特性の違い
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 劉 洪波, 喜多浩之
2. 発表標題 少量のCO共存下で進行するO ₂ 及びH ₂ Oによる熱酸化に伴う酸化膜中欠陥形成機構の考察
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil, 喜多浩之
2. 発表標題 NO-POAによるSiO ₂ /4H-SiC MOSキャパシタの異常なバンドアライメント変化とその起源
3. 学会等名 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第6回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐俣勇祐, 喜多浩之
2. 発表標題 異なる結晶面上の4H-SiC/SiO ₂ 窒化界面からのArアニールによるN原子脱離過程
3. 学会等名 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第6回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 喜多浩之
2. 発表標題 4H-SiCの水蒸気酸化反応の特徴とそのMOS界面特性に与える効果の理解
3. 学会等名 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第6回講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳潤, 喜多浩之
2. 発表標題 水蒸気アニールがp型SiC MOSキャパシタのDitとVFB安定性に与える効果の雰囲気中の酸素分圧による違い
3. 学会等名 応用物理学会先進パワー半導体分科会 第6回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Hamaguchi and Koji Kita
2. 発表標題 Difference of Temperature Effects on Al ₂ O ₃ /SiO ₂ Interface Dipole Layer Strength by SiO ₂ Growth Methods
3. 学会等名 2019 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices: Science and Technology (IWDTF2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jun Koyanagi and Koji Kita
2. 発表標題 Suppression of VFB Instability of p-type 4H-SiC (0001) MOS capacitor by H ₂ O-POA without O ₂ Introduction
3. 学会等名 2019 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices: Science and Technology (IWDTF2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Investigation of Thermal Oxidation-induced Lattice Distortion at the Surface of 4H-SiC and Its Origins
3. 学会等名 2019 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices: Science and Technology (IWDTF2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jun Koyanagi and Koji Kita
2. 発表標題 Improvement of Channel Characteristics of 4H-SiC PMOSFET by Low Temperature Wet-POA with H ₂ -annealing
3. 学会等名 2019 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil and Koji Kita
2. 発表標題 Anomalous band alignment change of SiO ₂ /4H-SiC MOS capacitors induced by NO-POA and its possible origin
3. 学会等名 2019 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Physical Analysis of Remained Oxidation Byproducts as the Origins of Lattice Distortion at 4H-SiC Surface
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐俣勇祐, 喜多浩之
2. 発表標題 結晶面の異なる 4H-SiC MOS 界面からのArアニールによるN原子脱離過程
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil and Koji Kita
2. 発表標題 Significant effects on SiO ₂ /4H-SiC band alignment induced by the difference of employed crystal face and post oxidation annealing processes
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Hamaguchi and Koji Kita
2. 発表標題 Investigation on the Factors to Determine the Efficiency of Energy Harvesting Method with Multilayered Dielectric Capacitors in Temperature Fluctuating Environment
3. 学会等名 2019 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Investigation of the Possible Origins of Lattice Distortion at the Surface of Thermally Oxidized 4H-SiC (0001) based on the Physical Analysis of Remained Byproducts
3. 学会等名 2019 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Siri Nittayakasetwat and Koji Kita
2. 発表標題 Experimentally Observed Temperature Induced Changes in Interface Dipole Layer Strengths in high k/SiO ₂ and high k/high k Systems
3. 学会等名 2019 International Conference on Insulating Films on Semiconductors (INFOS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil, Atsushi Tamura and Koji Kita
2. 発表標題 Anomalous Change of Band Alignment of SiO ₂ /4H SiC (0001) Stacks Induced by the Nitrogen Introduction to the Interface
3. 学会等名 2019 International Conference on Insulating Films on Semiconductors (INFOS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Similarity and Difference of the Impact of Ion Implantation and Thermal Oxidation on the Lattice Structure of 4H-SiC Surfaces
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tae-Hyeon Kil, Atsushi Tamura, and Koji Kita
2. 発表標題 An anomalous negative shift of flat-band voltage of NO annealed SiO ₂ /4H-SiC MOS capacitors
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田 水輝, 喜多 浩之
2. 発表標題 SiO ₂ /4H-SiC界面窒化後のH ₂ OアニールがMOSFET特性に与える効果
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 潤, 喜多 浩之
2. 発表標題 低温H ₂ O-POAとH ₂ -POAの組み合わせによる4H-SiC pチャネルMOSFETの特性向上
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 濱口 高志, 喜多 浩之
2. 発表標題 温度変動に伴う酸化膜キャパシタの蓄積電荷量の変動に対する界面ダイポール層の温度依存性の寄与の検証
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koji Kita
2. 発表標題 Formation of Interface Dipole Layers between Two Dielectrics: Considerations on Physical Origins and Opportunities to Manipulate Its Strength
3. 学会等名 SEMI Technology Symposium, S2 Advanced Materials & Technologies for Emerging Devices, SEMICON Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 熱酸化により4H-SiC (0001) 表面に誘起される格子歪みの原因に関する動力学的な考察
3. 学会等名 第5回先進パワー半導体分科会 講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Introduction and Recovery of Thermal-oxidation-induced Lattice Distortion at the Surface of 4H-SiC (0001)
3. 学会等名 14th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures / 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ACSIN-14/ICSPM26) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koji Kita and Adhi Dwi Hatmanto
2. 発表標題 Significant Structural Distortion in the Surface Region of 4H-SiC Induced by Thermal Oxidation and Recovered by Ar Annealing
3. 学会等名 2018 Americas International Meeting on Electrochemistry and Solid State Science (AIMES2018), ECS & SMEQ Joint International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koji Kita, Mizuki Nishida, Ryota Sakuta, and Hirohisa Hirai
2. 発表標題 Minimization of SiO ₂ /4H-SiC (0001) Interface State Density by Low-Temperature Post-Oxidation-Annealing in Wet Ambient after Nitrogen Passivation
3. 学会等名 2018 Americas International Meeting on Electrochemistry and Solid State Science (AIMES2018), ECS & SMEQ Joint International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濱口 高志, 喜多 浩之
2. 発表標題 温度変動による界面ダイポール層強度の変化の環境発電への応用可能性の検討
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun Koyanagi, Mizuki Nishida, and Koji Kita
2. 発表標題 Significant Improvement of p-type 4H-SiC MOS Interface Characteristics by Low Temperature Post-Oxidation Annealing in H ₂ O + O ₂ Ambient
3. 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mizuki Nishida, Ryota Sakuta, Hirohisa Hirai, and Koji Kita
2. 発表標題 Reduction of SiO ₂ /4H-SiC Interface Defects by H ₂ O-PostNitridation-Annealing
3. 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Recovery of Local Lattice Distortion at the Surface of Thermally-Oxidized 4H-SiC (0001) by Post-Oxidation Annealing
3. 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Siri Nittayakasetwat, and Koji Kita
2. 発表標題 Consideration on the effective dipole length in Al ₂ O ₃ /SiO ₂ and Y ₂ O ₃ /SiO ₂ interface dipole layers via temperature dependences of their dipole strength
3. 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Hamaguchi, Siri Nittayakasetwat, and Koji Kita
2. 発表標題 Study on interface dipole layer strength change by temperature in high-k/SiO ₂ and high-k/high-k systems and its possible origin
3. 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mizuki Nishida, Ryota Sakuta, Hirohisa Hirai, Koji Kita
2. 発表標題 Combination of N ₂ O-annealing with H ₂ O-annealing at low temperature to reduce SiO ₂ /4H-SiC (0001) interface defect density
3. 学会等名 2018 European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Adhi Dwi Hatmanto and Koji Kita
2. 発表標題 Introduction and recovery of local lattice distortion at the surface of thermally-oxidized 4H-SiC (0001)
3. 学会等名 2018 European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 喜多研究室
<http://www.scio.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------