

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡を用いた
SiO₂/SiC 界面の特性評価

Evaluation of SiO₂/SiC interface using a Laser Terahertz Emission Microscope

SCREEN¹, 阪大レーザー研², 阪大院工³

○西村 辰彦¹, 中西 英俊¹, 川山 巖², 斗内 政吉², 細井 卓治³, 志村 考功³, 渡部 平司³

SCREEN¹, ILE, Osaka Univ.², Graduate School of Eng., Osaka Univ.³

○T. Nishimura¹, H. Nakanishi¹, I. Kawayama², M. Tonouchi², T. Hosoi³, T. Shimura³, H. Watanabe³

E-mail: tat.nishimura@screen.co.jp

熱酸化による SiO₂/SiC 界面には、多くの界面欠陥/トラップが存在し、チャネル移動度劣化やゲート絶縁膜の信頼性劣化が課題である¹⁾。酸化膜/半導体界面の評価技術として、絶縁膜/半導体構造の容量-電圧(C-V)測定により界面特性を評価する手法がよく用いられる。

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(Laser Terahertz Emission Microscope: LTEM)は、絶縁膜/半導体界面、半導体表面などの材料界面から放射される THz 波を検出・イメージ化し、電場/キャリアダイナミクスなどの情報分析を可能とする技術である²⁾。LTEM は、これまで Si パッシベーション膜³⁾、SiC ウエハなどの評価に適用され、その有効性が示されてきた。今回、LTEM による SiO₂/SiC 界面特性評価を試みた。

LTEM システム構成を図 1 に示す。Ti:サファイヤレーザー (パルス幅 100 fs、繰り返し周波数 80 MHz) の第三高調波 (波長 280 nm、光量 1 mW、ビーム径約 0.7 mm) を試料に 45 度で照射した。試料から放射された THz 波を放物面鏡により集光し LT-GaAs 光伝導素子で検出した。

試料は、n 型 4H-SiC 基板の(0001)面上にホモエピ成長させたウエハ (n 型、エピ膜厚 5 μm、ドーパ濃度 5 x 10¹⁵ cm⁻³) に表 1 に示す条件でドライ酸化(1200℃と 1600℃)により熱酸化膜を形成した。ゲート電極として、ITO 透明電極を成膜した。裏面に Al 電極を作製し、MOS キャパシタ構造とした。

図 2 から、1600℃試料の C-V カーブ (周波数: 1 kHz) は 1200℃よりもヒステリシスが小さく急峻であり、1600℃のほうが1200℃より良好な界面特性が得られている⁴⁾。試料に直流ゲート電圧を印加し、THz 波形のピークをプロットした結果が図 3 である。1200℃試料(傾きの平均値: -0.0267)と 1600℃(傾きの平均値: -0.0142)では、1600℃の傾きのほうが約 1.9 倍大きい。

界面準位が多い場合、捕獲されるキャリアが多く、界面準位が少ない場合と比較して同じバンド曲がりに達するまでにより多くのキャリアが必要となる。そのため、プロットは電圧軸方向に引き伸ばされ、ゲート電圧-THz ピークの傾きは小さくなると考えられる。LTEM は SiO₂/SiC 界面の情報を選択的に検出することが可能であり、SiO₂/SiC 界面分析ツールとなりうる可能性を示した。

References

1) T. Kimoto, Jpn. J. Appl. Phys. **54** (2015) 040103.
2) 斗内, 応用物理, **84** (2015)1101.
3) T. Mochizuki, et al., Appl. Phys. Lett. **110** (2017) 163502.
4) T. Hosoi et al., ICSCRM (2017) MO.C2.5.

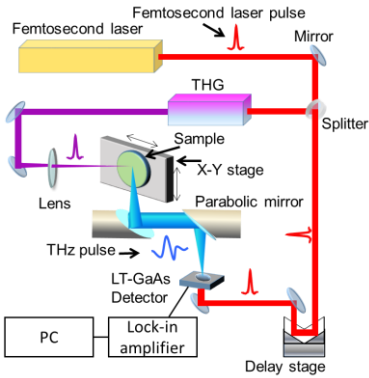


Fig.1 Schematic of the experimental set up.

Table I Oxidation conditions of the samples.

Oxidation temperature [°C]	Oxygen partial pressure [%]	Oxidation time [min]	SiO ₂ thickness [nm]
1200	100	60	19.5
1600	0.3	4	22.0

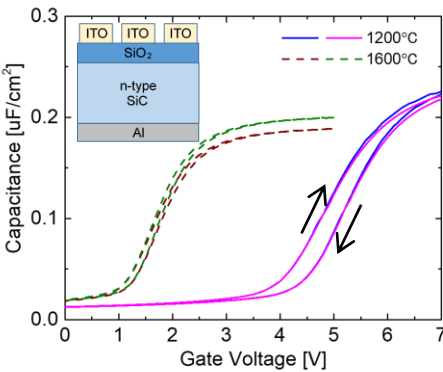


Fig.2 C-V characteristics of the samples.

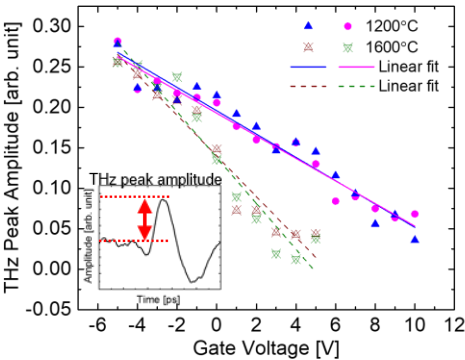


Fig.3 Relation between the peak amplitude of the THz pulse and the gate voltage.