

低温局所 DLTS 法による伝導帯近傍の界面準位分布の可視化 (2)

Visualizing the Distributions of Interface States Close to the Conduction Band

by Local Deep Level Transient Spectroscopy at Low Temperatures (2)

東北大通研    ◯阿部 貴之、山岸 裕史、長 康雄

Res. Inst. of Electrical Commun., Tohoku Univ., ◯Takayuki Abe, Yuji Yamagishi, Yasuo Cho  
E-mail: t-abe@riec.tohoku.ac.jp

[はじめに] SiO<sub>2</sub>/SiC 界面には多くの界面欠陥が存在し、伝導帯端近傍に高密度で分布する界面欠陥がチャネル移動度を大きく劣化させていると考えられている[1]。我々はこれまでに試料の容量特性分布を測定可能な走査型非線形誘電率顕微鏡 (SNDM) と界面準位密度 ( $D_{it}$ ) 分布を評価可能な局所 DLTS 法を用いて、SiO<sub>2</sub>/4H-SiC 界面に容量特性及び  $D_{it}$  の斑模様があることを明らかにした[2]。一方前回の秋季応用物理学会において、低温から室温での局所 DLTS 計測による  $D_{it}$  のエネルギー分布を評価し、SNDM 像と局所 DLTS 像の相互相関係数が低温で僅かに増加したことを報告した[3]。今回デバイスシミュレーションを用い、SNDM 像で見ている界面準位のエネルギー深さ ( $E_{it}$ ) を 300 K、150 K の場合について数値計算し、相互相関係数の上昇の考察を行った。

[実験と結果] n 型 SiC 基板の C 面を N<sub>2</sub>O 雰囲気下 1300℃でドライ酸化することで 75 nm の熱酸化膜が形成された試料 (C 面)、及び Si 面を O<sub>2</sub> 雰囲気下 1200℃でドライ酸化することで 45 nm の熱酸化膜が形成された試料 (Si 面) を評価対象として用いた。デバイスシミュレーションで用いたモデルは実際の実験条件に合わせた酸化膜厚と探針径を設定した。SNDM (dC/dV の面内分布を表す) と局所 DLTS ( $D_{it}$  の面内分布を表す) は同時に測定され、SNDM 測定時の交流電圧は周波数 30 kHz、振幅 1 V、直流電圧は-1.5 V (C 面) 及び-2.0 V (Si 面)、局所 DLTS 測定で印加する電圧パルスは周波数 30 kHz、Duty 比 1.5 %とし、蓄積状態を-5 V、空乏状態を 0 V とした。150 K で計測された SNDM 及び局所 DLTS による C 面試料の二次元像を Fig. 1 に示す。また、300 K と 150 K における相互相関係数の値及びシミュレーションによる SNDM、実験による局所 DLTS でのエネルギー深さの計算結果を C 面、Si 面共に Table 1 に示す。C 面試料ではエネルギー深さの差 ( $\Delta E_{it}$ ) が室温の 0.064 eV では相関が 0 に近いことに対し、低温の 0.033 eV では-0.26 と強くなった。Si 面試料も  $\Delta E_{it}$  が室温の 0.20 eV では相関が 0 に近く、低温の 0.09 eV では-0.28 と強くなった。エネルギー深さの近い界面準位は似た面内分布をもつと予想されるが、C 面、Si 面とも低温にすることで  $\Delta E_{it}$  が小さくなると負の相関が強くなることはこれを反映していると考えられる。このことはまた、SNDM 像においても  $D_{it}$  による影響を検出していることを示唆している。

[謝辞] 本研究で用いた試料は産総研の原田信介氏らのグループからご提供頂いた。また本研究は SIP 次世代パワーエレクトロクス及び科学研究費補助金 (16H06360) によって実施された。

[参考文献] [1] Y. Hironori et al., *AIP Advances* **5** (2015) 017109. [2] N. Chinone et al., *J. Appl. Phys.* **122** (2017) 105701. [3] 阿部ら：第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5a-A203-4.

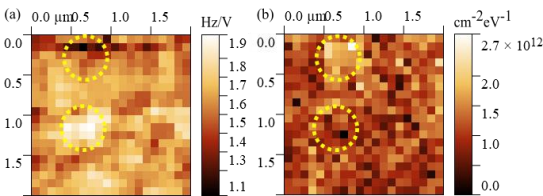


Fig.1 (a) SNDM and (b) local-DLTS images of C-face obtained at 150 K. Yellow circles indicate the regions where the negative correlation between the images are confirmed.

|                              | C-face |       | Si-face |       |
|------------------------------|--------|-------|---------|-------|
| Temperature (K)              | 300    | 150   | 300     | 150   |
| Cross-correlation            | -0.03  | -0.26 | 0.01    | -0.28 |
| $E_{it}$ for local-DLTS (eV) | 0.44   | 0.20  | 0.44    | 0.20  |
| $E_{it}$ for SNDM (eV)       | 0.376  | 0.167 | 0.24    | 0.11  |
| $\Delta E_{it}$ (eV)         | 0.064  | 0.033 | 0.20    | 0.09  |

Table 1 Temperature dependences of cross-correlation coefficients, energy depths of local-DLTS and SNDM and the difference between the two depths.