

局所 DLTS を用いた SiO₂/Si 界面における バイアスストレスの影響評価に関する検討

A study on the evaluation of bias stress effects on a SiO₂/Si interface
using local deep level transient spectroscopy

東北大通研 鈴木 小春, 山末 耕平, 長 康雄

Tohoku Univ. Koharu Suzuki, Kohei Yamasue, and Yasuo Cho

E-mail: koharu@riec.tohoku.ac.jp

SiO₂/Si は界面状態が非常に良好なため, Si MOSFET などのデバイス用途に広く用いられている. Si デバイスの微細化が進展する現在では, ナノスケールの空間分解能で SiO₂/Si 界面を評価することは重要であると考えられる. ここでは走査型非線形誘電率顕微鏡 (SNDM) [1]を応用した局所 DLTS (Local Deep Level Transient Spectroscopy) [2]を用いて, バイアス印加によるストレスを受けた SiO₂/Si の界面準位密度(D_{it})評価を試みた結果を報告する. SNDM は探針-試料表面間容量の検出に基づくプローブ顕微鏡の一種であり, 探針-試料表面間容量の変化に敏感である. 局所 DLTS では, SNDM を用いて導電性探針直下の空乏層容量に生じる過渡応答を検出することで, 局所的に D_{it} を測定できる.

試料は熱酸化された p 型 Si 基板 (酸化膜厚 6 nm) であり, 探針には Pt-Ir コートされた導電性カンチレバー (nanotools, biosphere, 探針径 2000 nm) を使用した. 測定は大気中, 室温下で行い, 探針と試料間の接触状態はコンタクトモード AFM (Bruker, Icon) により制御した. 局所 DLTS による D_{it} 像の観察を行うため, 周期 10 kHz, 長さ 5 μ s, 最大値 2 V, 最小値 -3V の電圧パルスを試料に繰り返し印加した. バイアスストレスによる D_{it} の変化を観察するため, 観察直前に探針を定点に固定し, 上記と同一の電圧パルスを数分以上印加した後, 観察を開始した. 図 1 に D_{it} 像を示す. バイアスストレスを加えた位置は像の左上部分である. また, 図 1 の各領域における代表的な探針-試料表面間容量の過渡応答をそれぞれ図 2 に示す. D_{it} 像には筋状に D_{it} が高い領域がみられた. 対応する過渡応答では, 容量のパルス状変化の緩和時に高 D_{it} に特有の指数関数的な減衰を示した. 次に, 筋状の高 D_{it} 領域の上側では, 容量のパルス状変化が通常とは逆の極性を示した. これは, 同領域では, バイアスストレスの影響を強く受けた結果, D_{it} が大幅に増加したことを示す. 極めて高い D_{it} により SiO₂ 膜直下に反転層が形成されて多数キャリアの極性が反転したと考えられる. 一方, 筋状の高 D_{it} 領域の下側は, バイアスストレスを比較的受けていないとみられ, D_{it} は検出限界以下であった. 以上の結果から局所 DLTS を用いてバイアスストレスによる界面状態の局所的な変化をナノスケールで評価できる可能性があるといえる.

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金 (16H06360) の補助を受けています.

参考文献

- [1] Y. Cho, A. Kirihaara, and T. Saeki, Rev. Sci. Instrum. 6, 2297 (1996).
- [2] N. Chinone and Y. Cho, J. Appl. Phys, 122, 105701 (2017).

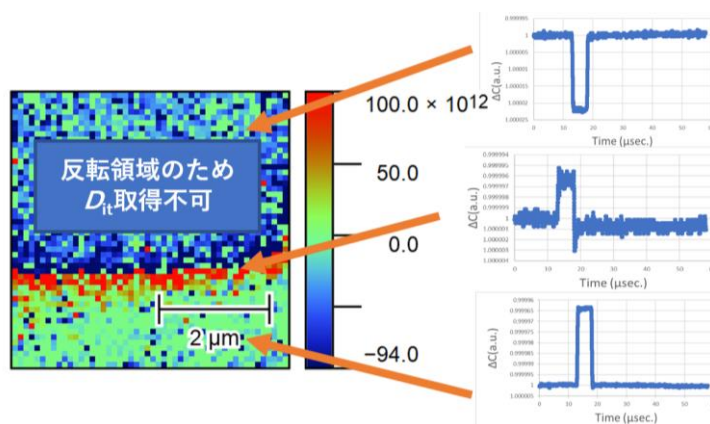


Figure : D_{it} image of a SiO₂/p-Si sample and its typical local transient response waveforms