縦型 GaN トレンチ MOSFET の サブバンドギャップ光照射によるしきい値変動

Threshold Voltage Shift under Sub-Eg-Light Illumination in Vertical GaN Trench MOSFETs

名大院工[1]，名大未来研[2]，豊田合成[3]

◦稲垣 光希[1]，岡 徹[2,3]，田中 成明[3]，長谷川 一也[3]，泉 貴富[3]，伊奈 務[3]，西尾 剛[3]，丹羽 隆樹[3]，須田 淳[1,2]

Nagoya Univ.[1], IMaSS Nagoya Univ.[2], Toyoda Gosei[3]

◦Mitsuki Inagaki[1], Tohru Oka[2,3], Nariaki Tanaka[3], Kazuya Hasegawa[3], Takatomi Izumi[3], Tsutomu Ina[3], Go Nishio[3], Takaki Niwa[3], Jun Suda[1,2]

E-mail: inagaki.mitsuki.b3@s.mail.nagoya-u.ac.jp

縦型 GaN トレンチ MOSFET は，高耐圧かつ低損失のパワースイッチングデバイスとして期待されているが，その実用化に向けてしきい値電圧(V_{TH})変動の制御が重要な課題となる．我々は前回，正のゲートバイアスストレス印加による V_{TH} 変動について報告したが，そのとき顕微鏡照明の白色 LED 光照射でも V_{TH} が変動することを見出した[1]．そこで今回は，光照射に焦点を絞り，照射光の波長，強度を変えた結果から変動のメカニズムを検討したので報告する．

本研究では ALD 成膜 SiO_2 80 nm をゲート絶縁膜とした縦型 GaN トレンチ MOSFET を試料として用いた．素子構造は文献 2 に報告されたものと同じであり，アクティブエリアは 100 μm角である．MOS 界面はゲート電極の陰になっているが，照射光はサブバンドギャップ光であるため周囲の GaN 露出部から入射し，内部の多重反射で MOS 界面に到達すると考えられる．図 1 に白色 LED 光(149 μW/cm^2)による V_{TH} 変動を示す．光照射により V_{TH} は低下し，100 秒以上で 0.76 V で飽和した．その後，白色 LED を OFF にすると V_{TH} はゆっくり回復した．V_{TH} の低下は光照射による界面トラップからの電子放出，V_{TH} の回復は放出された電子が再び界面トラップに捕獲されたことによると考えられる．

次に，436 nm の水銀ランプ光を用い，光照射時の V_{TH} の飽和値の光強度依存性を調べた．図 2 に示すように，光強度を強くすると V_{TH} の飽和値は更に低下した．この結果は，光照射中に界面トラップから電子が放出されると同時に，界面トラップに電子が再捕獲されることを示唆する．

次に，V_{TH} 変動の波長依存性を調べた．キセノン分光光源を使用し，800 nm~450 nm の波長の光を 25 nm 刻みで，各波長において 2 分間照射した．図 3 に測定結果を示す．さらに，この結果から各波長における ΔV_{TH} を求め，ΔV_{TH} と波長の関係を図中に示す．ΔV_{TH} は少なくとも 2 つのピークを持つことがわかった．

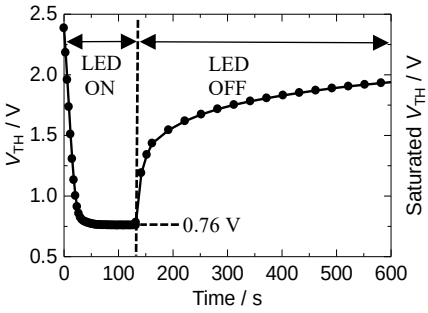

Fig. 1. V_{TH} shift after turning on and off white LED illumination at room temperature (RT).

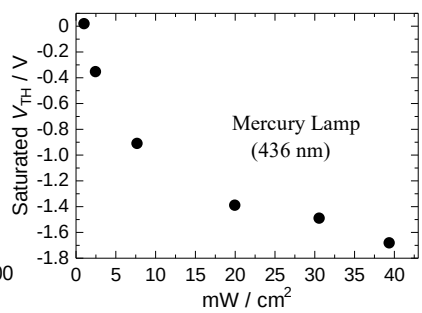

Fig. 2. Light intensity dependence of saturated V_{TH} with mercury lamp.

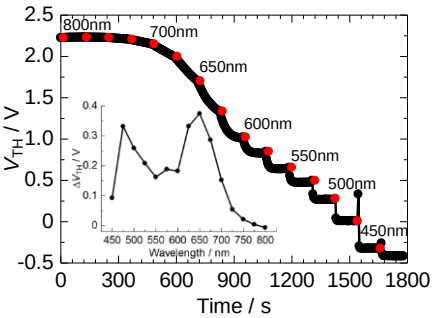

Fig. 3. V_{TH} shift under light illumination from 800 to 450 nm and its wavelength dependence.

[1] 稲垣他，第 69 回応用物理学会春季学術講演会，24a-E302-4 (2022).

[2] T. Oka, T. Ina, Y. Ueno, and J. Nishii, Appl. Phys. Express **8**, 054101 (2015).

© 2023年 応用物理学会