

AlGaIn/GaN HFET サイドゲート効果における光照射・温度の影響

Illumination and Temperature Effects on AlGaIn / GaN HFET Side-gating Effect

徳島大院 STS 研 木尾 勇介, 井川 裕介, 敖 金平, 大野 泰夫

Inst. Tech. & Sci, The Univ. Tokushima, Yusuke Kio, Yusuke Ikawa, Jin-Ping Ao and Yasuo Ohno

E-mail: kio-y@ee.tokushima-u.ac.jp

AlGaInGaN HFET でバッファ層を厚くすると、GaAs MESFET と同様にサイドゲート効果が発生する[1]。その変化過程の光照射・温度依存性測定を行った。

測定では $V_G=0V$ 、 $V_D=1V$ の 3 極管領域で、 V_{SG} を $0V$ から $-20V$ へ変化させた後 (ストレス過程)、引き続いて V_{SG} を $0V$ に戻した後 (回復過程) の I_D 変化をモニタする。途中に、青($2.6eV$)、赤($1.9eV$)、赤外($1.4eV$)の LED 照射をしたところ、赤や赤外でストレス過程の電流減少が加速した。また回復過程は、増速と同時に回復の途中で止まる "半回復" という過程が起こった。さらに青を照射すると電流は元の値に戻り、赤照射が全回復でないことが確認できた(図 1)。22°C~50°C のストレス過程からは、活性化エネルギー $E_C-E_T=0.725eV$ 、捕獲断面積 $\sigma_n=1.0 \times 10^{-16} cm^2$ と求まった。

GaN 層が伝導帯から約 $2.6eV$ の深い準位で補償されているとすると、ストレス過程を決めるのはホールの放出で、温度実験の結果と一致する。また、赤は価電子帯へのホール放出のみ加速するので、赤色光による増速と一致する。青い光は、電子の放出を引き起こすが、空いたトラップからホールの放出が起こり、結果的にホール擬フェルミ準位(ϕ_{FP})の低下、トラップ準位のピンニングによるバンドそのものの低下、で I_D の増大を引き起こしているものと思われる[2]。

1 次元 n-i-n 構造のシミュレーション(図 2)によれば、回復過程に相当するカソード (サイドゲート) 側電圧を負からゼロバイアスに戻す過程で、当初はトラップ電荷が応答せずアノード (チャネル) 近傍に負電圧のピークが発生するが、i 層内のホールの放出・移動・捕獲で負電荷の再配置が起こり、負電位は結晶全体に分散する。次にトラップからの電子の放出で全体のポテンシャルが下がり、完全な回復に至る。ホールの再配置によるピークの低下が半回復状態に対応すると考えられる。

以上、サイドゲート効果の発生は伝導帯から約 $2.6eV$ のホールトラップ型の深い準位で説明できるが、定常状態に至る電子の放出時間は SRH モデルからは天文学的な時間なので、回復にはコラプスの回復と同様[3]、トンネル電流によるホールの発生などが関連していると思われる。

[1] 木尾,他,第 73 回応用物理学会学術講演会(2012)12a-F2-8

[2] M. Okada, et.al, Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2008) 2103

[3] Y. Kio, et.al., IWN2012, Sapporo, (2012)MoP-ED-10

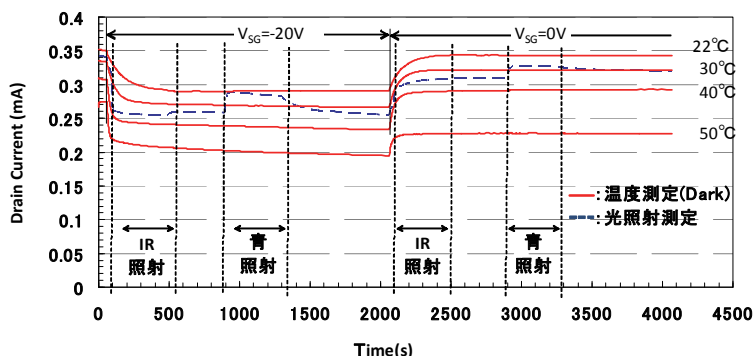


図 1 V_{SG} 印加・ゼロ復帰時の I_D の変化($V_G=0V$ 、 $V_D=1V$)。赤実線は測定温度を室温~50°Cへ変化させた場合、青点線は途中で IR、青の LED 照射を行った場合。

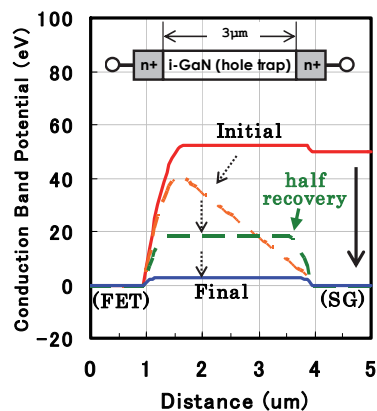


図 2 $E_T=2.4eV$ のホールトラップで補償した n-i-n 構造のポテンシャル変化。 V_{SG} を $-50V$ から $0V$ へ変化させた後の $1\mu s$ 、 $10^5 s$ 、 $10^7 s$ (定常)を示す。