

分極接合 GaN ウエハを用いたパワー集積回路

Monolithic power integrated circuit on GaN-based Polarization-Junction platform

東工大総理工¹, 東工大フロンティア研², 産業技術総合研究所³, 〇萱沼 怜¹, 久保田俊介¹,中島 昭³, 西澤伸一³, 大橋弘通^{2,3}, 筒井一生¹, 角嶋邦之¹, 若林 整¹, 岩井 洋²Tokyo Tech. IGSSE¹, Tokyo Tech. FRC², AIST³, 〇R.Kayanuma¹, S.Kubota¹, A. Nakajima³,S. Nishizawa³, H. Ohashi^{2,3}, K. Tsutsui¹, K. Kakushima¹, H. Wakabayashi¹, and H. Iwai²

E-mail: Kayanuma.r.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】GaNはSiの物性限界を超える材料として注目されており、従来のSiによる電力変換器をGaNに置き換えワンチップで作製できれば効率やサイズ、動作温度等でより優れた性能を期待できる。我々は、AlGaIn/GaN系の特徴を活かした分極接合による高濃度2次元正孔ガス(2DHG)と2次元電子ガス(2DEG)形成技術および高濃度2DHGを用いたPチャネル型HFETの報告を行ってきた[1-4]。本発表では、分極接合を用いた基板上に変換器に必要なとされるPチャネル型素子とNチャネル型素子、高耐圧Nチャネル型素子および高耐圧ダイオードをワンチップで試作し良好な動作を得たので報告する。

【実験】高濃度2DHGおよび2DEGが得られる分極接合基板[1]を用いて、Pチャネル型HFETとNチャネル型HFET、高耐圧Nチャネル分極スーパージャンクションHFETおよび高耐圧分極スーパージャンクション・ダイオードをワンチップ上に作製した(Fig.1(a)-(d))。Pチャネル型HFETとNチャネル型HFETは、それぞれ2DHGと2DEGにオーミックコンタクトを形成することで作製した。Pチャネル型HFETのソース・ドレイン間距離 L_{sd} は $50\mu\text{m}$ でチャネル幅 W は $100\mu\text{m}$ 、Nチャネル型HFETの L_{sd} は $50\mu\text{m}$ で W は $20\mu\text{m}$ 、高耐圧Nチャネル型HFETの L_{sd} は $39\mu\text{m}$ で W は $50\mu\text{m}$ である。高耐圧ダイオードのアノード・カソード間距離 L_{ac} は $20\mu\text{m}$ である。

【結果】Fig.2にそれぞれの素子の室温での測定結果を示す。Fig.2(a)と(b)はそれぞれPチャネル型HFETとNチャネル型HFETの I_D - V_{DS} 特性であり、トランジスタ動作していることが確認できる。Fig.2(c)は高耐圧NチャネルHFETの耐圧測定の結果であり、650Vを超える高い性能が得られている。そして、Fig.2(d)はダイオードの電流電圧特性であり、整流性がみられダイオードとして動作している。これらの素子がワンチップ上に同時に作製でき、その動作が確認できている。これにより、GaNによるワンチップ変換器の実現可能性を示すことができた。

【謝辞】本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の先導的産業技術創出事業の支援を受けて行われた。

[1] A. Nakajima *et al.*, APEX, 3, 121004 (2010)

[2] 米澤 他、2014年春季応物、19a-D8-10.

[3] A. Nakajima *et al.*, ISPSD'14, 5114, 2014.

[4] 萱沼 他、2014年秋季応物、17p-A27-10.

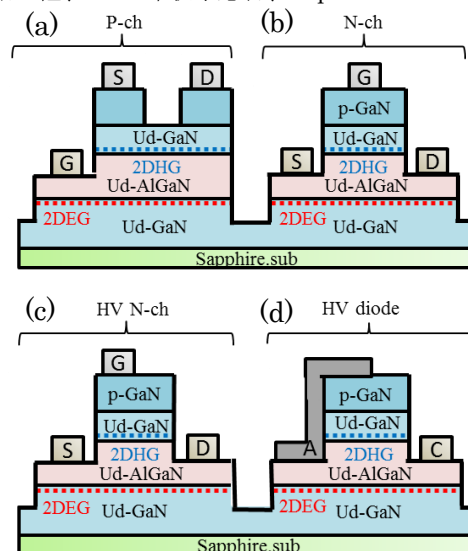


Fig.1 Schematic device structures of (a) P-ch HFET, (b) N-ch HFET, (c) High voltage (HV) N-ch HFET and (d) HV diode.

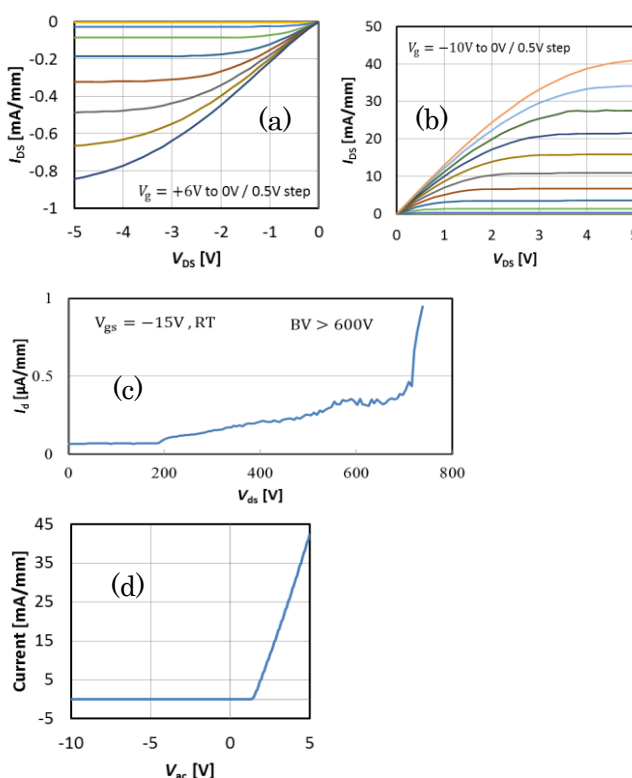


Fig.2 (a) I_D - V_{DS} characteristics of P-ch HFET, (b) I_D - V_{DS} characteristics of N-ch HFET, (c) Off-state characteristic of HV N-ch HFET and (d) Current-voltage characteristic of HV diode.