AlGaNチャネルによるトランジスタの高耐圧化

南條拓真* 武内道一***
吹田宗義* 青柳克信†
大石敏之**

Breakdown Voltage Enhancement in AlGaN Channel Transistors

Takuma Nanjo, Muneyoshi Suita, Toshiyuki Oishi, Misaichi Takeuchi, Yoshinobu Aoyagi

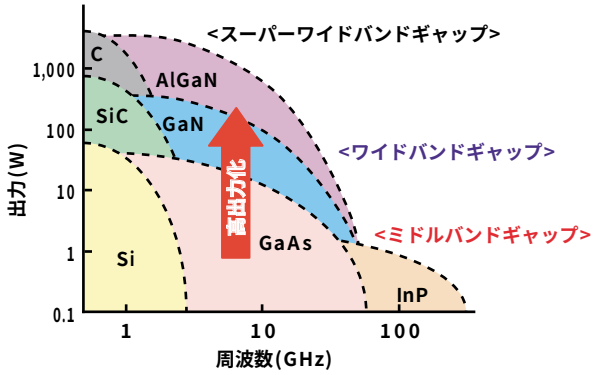
要　旨

GaNはGaAsを超える物性値を持つため，GaNをチャネルに用いたHEMT（AlGaN／GaN High Electron Mobility Transistor）は，次世代の高出力高周波素子等として期待されており，多くの優れた特性が報告されている。このAlGaN／GaN HEMTをより高出力化するためには，GaNよりも更に絶縁破壊電界が高い材料をチャネル層に用いて高耐圧化することが一つの有効な手段である。

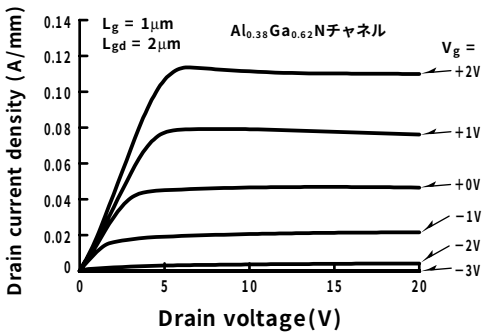
今回，HEMTを高耐圧化することを目的にチャネル層を従来のGaNから，バンドギャップがより広く絶縁破壊電界が高いAlGaNに置き換えた構造のHEMTの検討を行った。絶縁破壊電界が高い材料を用いるため，オーミックコンタクト抵抗の増大が懸念されたが，Siイオン注入ドーピング技術をソース／ドレイン電極に適用することによって，コンタクト抵抗の大幅な低減を実現し，トランジスタ動作を実証した。さらに，Al組成が0.38のAlGaNからなるチャネル層を持つエピ基板上に作製したHEMTで，ゲート－ドレイン間距離（L_{gd}）が３μmの場合に463V，L_{gd}が10μmの場合に1,650Vという極めて高い破壊耐圧が得られた。我々の知る限りでは，これらの値は，同様の構造のHEMTでは最も高い値である。これらの結果から，チャネル層をGaNからAlGaNに置き換えた構造のHEMTによって，高周波デバイスの更なる高出力化が期待できると考えられる。

HEMTを構成する半導体の材料定数

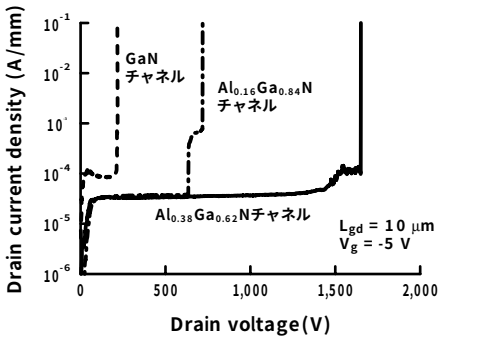
	GaAs	GaN	AlN
バンドギャップ, E_g(eV)	1.42	3.4	6.2
絶縁破壊電界, E_c(V/cm)	0.4×10^6	3.3×10^6	12×10^6
電子移動度, μ(cm²/Vs)	8500	2000	1090
飽和電子速度, V_{sat}(cm/s)	2.0×10^7	2.5×10^7	2.2×10^7
ジョンソン性能指数	7	760	7800
バリガ性能指数	9	39	67



各種半導体の適用領域



オン状態のドレイン電流-ドレイン電圧特性



オフ状態のドレイン電流-ドレイン電圧特性

半導体の材料定数と適用分野，AlGaNチャネルHEMT特性

AlGaNはGaAsやGaNと比べてほぼ同じ電子飽和速度で高い絶縁破壊電界を持っている。このAlGaNをチャネル層に適用したHEMTを作製し，破壊耐圧が極めて高いトランジスタの動作を実証した。この結果から今後高周波デバイスの更なる高出力化が期待できると考えられる。

*三菱電機㈱ 先端技術総合研究所　**同社 同研究所（工博）　***独立行政法人 理化学研究所（工博）　†東京工業大学（工博）