

AlN MESFET の高温特性評価

Characterization of high-temperature properties of AlN MESFETs

NTT 物性研 ○廣木正伸、平間一行、熊倉一英、谷保芳孝

NTT Basic Research Labs., ○Masanobu Hiroki, Kazuyuki Hiram, Kazuhide Kumakura and

Yoshitaka Taniyasu

E-mail: masanobu.hiroki@ntt.com

AlN は高い絶縁破壊電界を有しており、パワーデバイス応用に有望である。また、バンドギャップエネルギーが 6 eV と大きい真性キャリア濃度は高温でも低く、高温応用にも適している。我々は、Si ドープ n 型 AlN を用いた MESFET の動作に成功し、また、500°C の高温でも優れた特性を有することを報告した[1]。今回、ステージ温度 1000°C に昇温可能なプローバーを用いて AlN MESFET の高温特性を評価したので報告する。

AlN MESFET の断面構造を Fig. 1 に示す。半絶縁 SiC 基板上にアンドープ AlN バッファ層、Si ドープ n 型 AlN チャンネル層を有している。Si ドープ濃度は $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。n 型 AlN チャンネル層とソース、ドレイン電極の間には組成傾斜 AlGaIn コンタクト層を形成している。ソース、ドレイン電極として 800°C でアニールした V/Al/Pt/Au、ゲート電極として Ni/Au を用いた。ゲート長は 2 μm 、ゲート幅は 200 μm 、ソース-ドレイン間隔は 6 μm である。

室温からステージ温度 1000°C での伝達特性を Fig. 2 に示す。なお、温度はプローバーステージの裏面の熱電対で測定しているため、デバイス表面の温度はこれと異なることに留意する必要がある。室温から 500°C まで温度上昇とともにドレイン電流 (I_d) は 0.45 mA/mm から 48 mA/mm に増加した。これは Si ドナーの活性化による電子濃度の増加によると考えられる。さらに温度を上げると、ドレイン電流は緩やかに減少し 1000°C において I_d は 30 mA/mm であった。この減少はフォノン散乱の増加による移動度低下のためと考えられる。電流オフ状態でのドレインリーク電流は室温から 1000°C への温度上昇に伴い 1×10^{-12} から 1×10^{-4} A/mm に増加したが、ステージ温度 1000°C においてもオンオフ比 10^2 が得られた。オフ状態でのゲート電流 (I_g) も増加したが、 I_d の 1/10 程度であることから、ドレインリーク電流の原因としては AlN バッファ層中のリークが支配的であると考えられる。

次に AlN MESFET の耐熱性について調べた。1000°C への加熱によって、デバイス特性は非可逆的に変化した。Fig. 3 にゲートリーク特性を示す。加熱前に室温の逆方向ゲートリーク電流は 10^{-11} A/mm であったが、加熱後 10^{-8} A/mm に上昇した。順方向リーク電流も低電圧領域でリーキーな特性を示した。これらの結果は高温加熱により、ゲート電極のショットキー特性が劣化したことを示している。耐熱性の良いゲート電極の開発が、AlN MESFET の高温応用に必須である。

[1] M. Hiroki et al., IEEE Electron Device Lett. 43, 350 (2022).

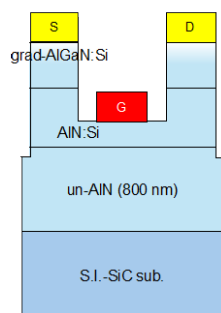


Fig. 1. Cross-sectional schematic of AlN MESFETs.

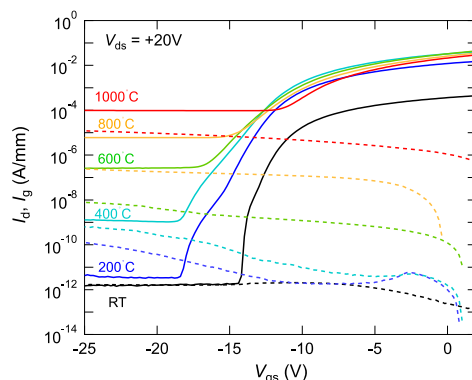


Fig. 2. Transfer characteristics of AlN MESFET from RT to 1000°C. Solid and dashed lines correspond to I_d and I_g , respectively.

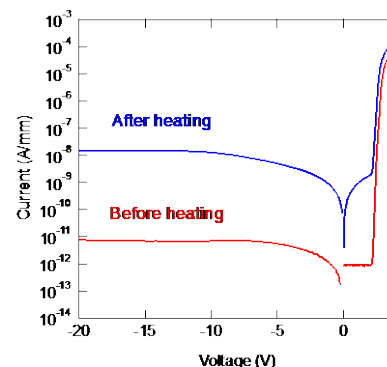


Fig. 3. Forward and reverse gate leakage characteristics of AlN MESFET before and after heating at RT.