

バイポーラモード動作ノーマリオフダイヤモンド JFET の高温特性

High Temperature Bipolar-Mode Operation of Normally-Off Diamond JFET

○岩崎 孝之^{1,2,3}、加藤 宙光^{3,4}、牧野 俊晴^{3,4}、小倉 政彦^{3,4}、竹内 大輔^{3,4}、

山崎 聡^{3,4}、波多野 睦子^{1,2,3} (1. 東工大、2. ALCA、3. CREST、4. 産総研)

○Takayuki Iwasaki^{1,2,3}, Hiromitsu Kato^{3,4}, Toshiharu Makino^{3,4}, Masahiko Ogura^{3,4}, Daisuke

Takeuchi^{3,4}, Satoshi Yamasaki^{3,4}, Mutsuko Hatano^{1,2,3} (1.Tokyo Tech, 2.ALCA, 3.CREST, 4.AIST)

E-mail: iwasaki.t.aj@m.titech.ac.jp

バルクチャネルのダイヤモンド FET のオン電流はホウ素アクセプタの深い準位に制限されている。我々はバルクチャネルを有する接合型電界効果トランジスタ (JFET) を開発しているが、特にこの問題は低いドーピング濃度や細いチャネル幅を有するノーマリオフ JFET にとって重大である。この課題を解決するために、JFET のバイポーラモード動作による電流増幅手法を報告しており[1]、本研究ではパワーデバイス応用にとって重要な高温でのノーマリオフ JFET の電流増幅特性を示す。

ホウ素濃度 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、チャネル幅 $0.5 \mu\text{m}$ を有する p-チャネルノーマリオフ JFET を作製した[2]。ソース電極下に p^+ コンタクト層を挿入することで、ソース - チャネル - ゲートを通して pin ダイオードを形成した。これにより、バイポーラモード動作を向上させることができる。

作製した JFET は室温で閾値電圧 -1.2 V を有し、 200°C においてもノーマリオフ特性を保持している。 200°C における $I_{\text{DS}}-V_{\text{GS}}$ 特性 (図 1) に示すように、ユニポーラモードにおける最大電流値は 135 nA である。ゲートダイオードをターンオンしバイポーラモード動作させることにより、ドレイン電流は上昇していく。この動作モードにおいて重要なパラメータは電流増幅 $h_{\text{fe}} = \Delta I_{\text{D}} / \Delta I_{\text{G}}$ である。デバイスは $h_{\text{fe}} \geq 1$ という条件で動作させる必要があるが、ゲート電流の増加に伴い h_{fe} は減少していく (図 2)。これは、大きなゲート電流レベルにおいて p^+ および n^+ 領域での再結合が主であるとすると[3]、 $h_{\text{fe}} \propto I_{\text{G}}^{-0.5}$ という関係になるためであると考えられる。 $h_{\text{fe}} = 1$ となるときをバイポーラ電流の最大値とすると 200°C において電流は $1.2 \mu\text{A}$ となる。この値はユニポーラ電流に対して 9 倍であり、さらに室温でのユニポーラ電流の 150 倍と大きく増幅させられることがわかった。

謝辞: 本研究の一部は SIP の支援により行われた。[1] T. Iwasaki et al., Proc. ISPSD, p. 77, 2015. [2] T. Suwa et al., IEEE EDL, DOI: 10.1109/LED.2015.2513074. [3] J. Baliga, Electron. Lett., 16, 300, 1980.

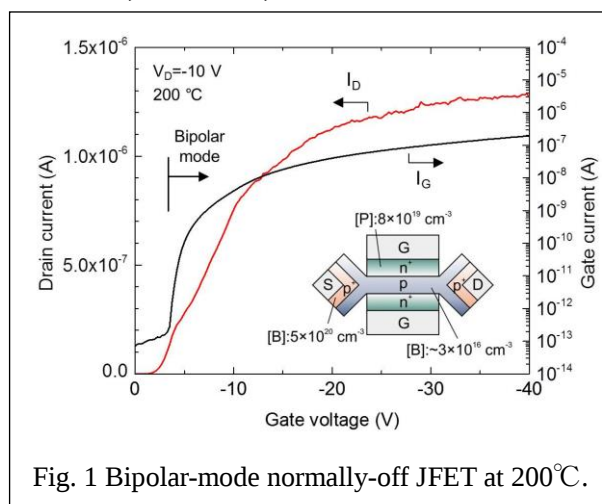


Fig. 1 Bipolar-mode normally-off JFET at 200°C .

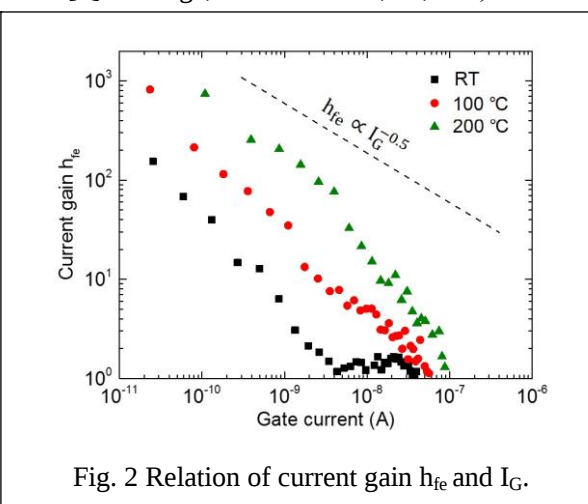


Fig. 2 Relation of current gain h_{fe} and I_{G} .