

耐過酷環境デバイス開発に向けた フィールドエミッタアレイの試作と評価

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

福島原発の事故以来、放射線施設でも問題なく動作する機能をもったデバイスが求められている。耐過酷環境デバイスの開発に向けて、我々は電界放出現象を利用した微小な電子源であるフィールドエミッタアレイ(FEA)を用いた電子回路を開発している。FEAを用いた能動素子は真空中に放出された電子により動作するため、放射線環境下でも問題なく動作することが期待できる。FEAの概念図を図1に示す。エミッタ・ゲート間に電圧を印加すると、エミッタ先端に強電界が生じ、電界放出よりエミッタ先端から電子が放出され、コレクタに到達する。エミッタ・ゲート間の電圧を制御することで、コレクタに到達する電子を制御できるため、能動素子として動作させることができる[1]。これまでに、増幅回路[2]、周波数混合素子[3]を開発してきた。機能を持った電子回路の開発にあたり、試作したFEAの電子放出特性が重要である。試作したFEAの電子放出特性を測定したので報告する。

■ 活動内容

1. FEAの試作と電子放出特性の評価

産業技術総合研究所でFEAを試作した。作製方法は、別井が開発した先鋭なエミッタの作製方法[4]にエッチバック法を組み合わせるセルフアラインでゲート電極を形成する方法[5]を採用した。試作したFEAの電子放出特性測定に用いた回路を図2に示す。コレクタに200 V、ゲートに0 Vを印加し、エミッタ・ゲート間電圧を変化させた場合のコレクタ電流を測定した。エミッタ・ゲート間電圧とコレクタ電流の関係を図3に示す。図3よりエミッタ・ゲート間電圧が-50 Vで100 μ A程度のコレクタ電流が得られていることが分かる。また、エミッタに-50 V、ゲートに0 Vを印加し、コレクタ電圧を変化させた場合のコレクタ電流を測定した。コレクタ電圧とコレクタ電流の関係を図4に示す。図4より、コレクタ電圧が増加するにつれて放出電流が大きくなり、コレクタ電圧が50 V程度になるとコレクタ電流が一定になっていることが分かる。これは電界効果トランジスタのドレイン・ソース電圧とドレイン電流の関係やバイポーラトランジスタのコレクタ特性と類似しており、FEAを用いた能動素子はこれらのトランジスタと似た動作が可能であることが分かる。

2. 試作したFEAの能動素子としての評価

測定結果より能動素子の増幅特性を示す指標の一つである相互コンダクタンスを求めた。図3よりエミッタ・ゲート間電圧-50 V、コレクタ電圧200 Vでの相互コンダクタンスは15.0 μ Sであった。今後は他の試作したFEAを評価すると

ともに、今回の結果も踏まえて、FEAを用いた電子回路を開発していく予定である。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)No. 21H01860の補助を受けて行われました。

■ 参考文献

- [1] C. A. Spindt *et al.*, J. Appl. Phys. **47**, 5248 (1976).
- [2] K. Ikeda *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **29**, 02B116 (2011).
- [3] Y. Gotoh *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **31**, 050601 (2013).
- [4] K. Betsui, Technical Digest of the 4th International Vacuum Microelectronics Conference, 26 (1991).
- [5] M. Nagao, J. Vac. Soc. Jpn., **60**, 47 (2017).

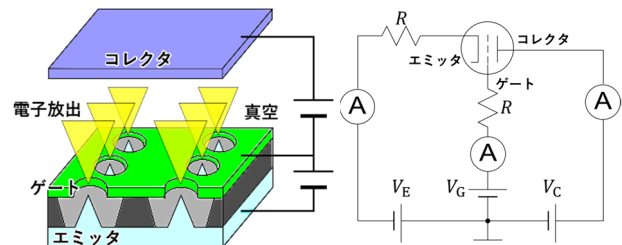


図 1. FEA の概念図

図 2. FEA の測定回路

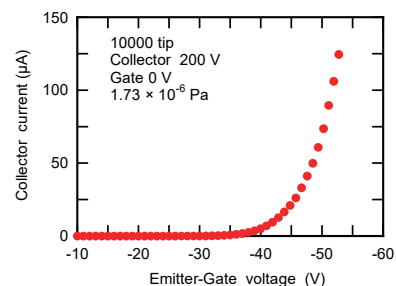
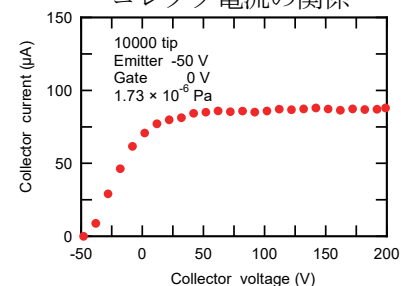
図 3. エミッタ・ゲート間電圧と
コレクタ電流の関係

図 4. コレクタ電圧とコレクタ電流の関係

代表発表者 大住 知暉(おおすみ ともあき)

所属 京都大学大学院 工学研究科

電子工学専攻

産業技術総合研究所

デバイス技術研究部門

問合せ先 〒615-8510 京都市西京区京都大学桂

TEL:075-383-2271

E-mail: osumi.tomoaki.22z@st.kyoto-u.ac.jp

■キーワード: (1)フィールドエミッタアレイ
(2)電界放出
(3)耐過酷環境デバイス

■共同研究者:長尾 昌善¹⁾, 後藤 康仁²⁾

1) 産業技術総合研究所

2) 京都大学