

InP HBT 研究開発の歩み ～四半世紀を振り返る～

25 years history of InP-based HBT R&D

NTT 先端集積デバイス研究所, °井田 実, 白鳥 悠太

NTT Device Technology Labs, °Minoru Ida, Yuta Shiratori

E-mail: minoru.ida.zd@hco.ntt.co.jp

HBT の歴史は古く、1957 年には Kroemer により HBT バンド構造についての理論的な検討が報告されている^[1]。しかし、当時はそれを実現できるだけの結晶成長技術は無く、HBT の良好な DC 特性が報告され始めたのは 1970 年代に入ってからである。その後のエピタキシャル成長技術の進展とともに HBT は急速な進歩を遂げ、1980 年代には AlGaAs/GaAs HBT を中心にさまざまなバンド構造が検討され、1990 年には石橋等により提案された BCT 構造により $f_T=170\text{GHz}$ が達成された^[2]。一方、GaAs より高速性に優れた、InP 基板に格子整合する材料系を用いた InP HBT に関する研究は 1980 年代に始まり、1989 年には Y.K. Chen 等により $f_T=165\text{GHz}$ が報告されている^[3]。

本講演では、その後の電流密度を上げられずに f_T を大きく改善できなかった約 10 年間 (黎明期)、電流密度増大に成功し大きく特性が改善されていった 5 年間 (特性向上期)、その後、IC の実用化が進展した 10 年間 (実用化進展期、なおこの間 f_T 更新はないが、その値自体は現時点でも全トランジスタの中で最高値である) に分けて、NTT における研究開発を中心に振り返る。最後に、更なる超高電流密度動作化 (すなわち超高 f_T 化) に向けた新たなブレークスルー技術となりえると考えている、放熱性に優れた SiC 基板に転写したメタルサブコレクタ HBT^[4] について紹介する。

参考文献 [1] Kroemer, *Proc. IRE*, vol. 45, p. 1535, 1957. [2] T. Ishibashi et al., *IEEE DRC 1990*.
[3] Y.K. Chen et al., *IEEE EDL*, vol. 10, p. 267, 1989. [4] Shiratori et al., *TWHM 2017*.

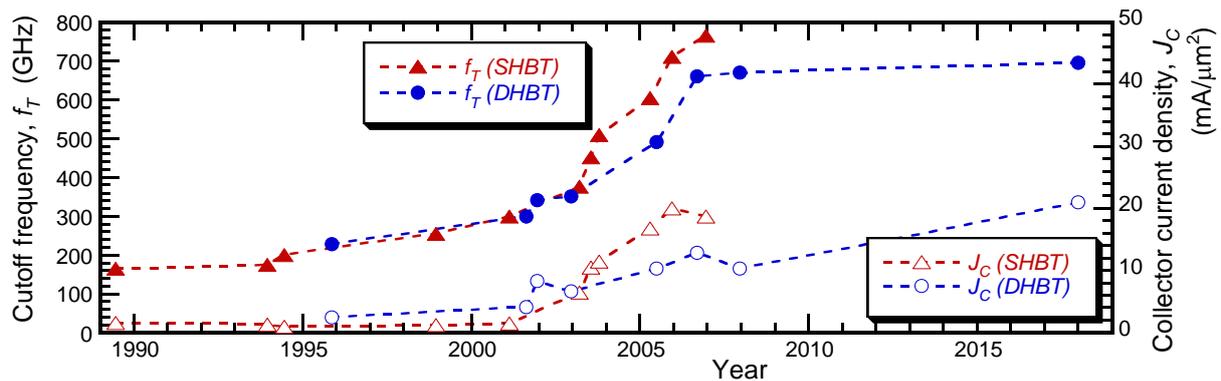
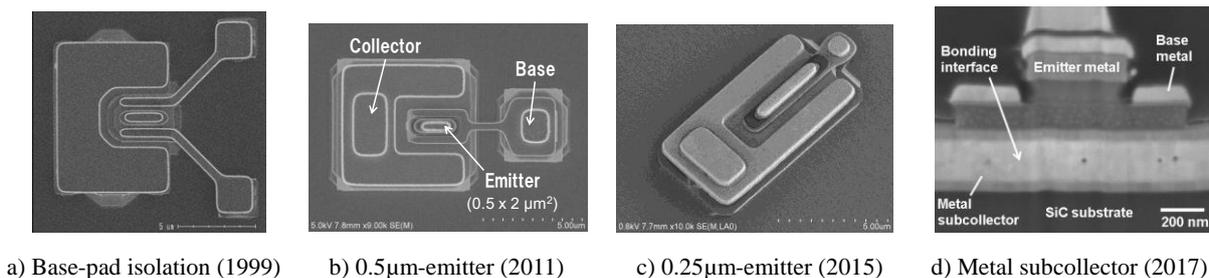
Fig. 1. Record f_T of InP HBTs and J_C when the f_T was obtaineda) Base-pad isolation (1999) b) 0.5 μm -emitter (2011) c) 0.25 μm -emitter (2015) d) Metal subcollector (2017)

Fig. 2. Historical lineup of InP HBTs developed in NTT