

低オン抵抗・高電流増幅率シリコンスーパージャンクション BJT の動作実証

Si Super Junction BJT with Ultra-High Current Gain and Low ON-resistance: Fabrication and Electrical Characteristics

新日本無線 (株)¹, 山梨大工², 名古屋大 IMaSS³, 名古屋大 CLPS⁴

○橋本 誠¹, 矢野 浩司², 松川 直樹¹, 松尾 秋子¹, 茂浦口 明雄¹, 新井 学³, 清水 尚博⁴

New Japan Radio Co., Ltd.¹, University of Yamanashi², IMaSS, Nagoya University³, CLPS, Nagoya University⁴

○M. Hashimoto¹, K. Yano², N. Matsukawa¹, A. Matsuo¹, A. Mouraguchi¹, M. Arai³, N. Shimizu⁴

1.はじめに

SJ ドリフト領域を有するバイポーラトランジスタ(SJ-BJT)は、オン抵抗が低く、高コレクタ電流での電流増幅率が向上することが、デバイスシミュレーションを用いた研究により示されている[1]。本論文では、650V,10A の SJ-BJT を初めて作成し、SJ-BJT は、従来のバイポーラトランジスタ(BJT)と比較して、低オン抵抗・高電流増幅率であること実証した。

2.SJ-BJT の構造および試作

図 1 に、作成した SJ-BJT の単位セルの断面構造および製造工程の概要を示す。SJ 構造の P ピラーは、埋込 P⁺シンカーを通して、P⁺ベースコンタクトと電氣的に接続している。また、セルピッチは、オン抵抗が最小となる、カラムピッチの 2 倍に設定した。SJ 構造はトレンチエッチおよびエピ埋込により形成し、CMP で表面平坦後、P ベースと P⁺シンカーをイオン注入で形成した。続いて、N 層をエピ成長し、P⁺ベースコンタクトおよびエミッターコンタクトをイオン注入で形成し、SJ-BJT を構成した。

3.結果

図 2 に、作成した SJ-BJT の IV 特性を、従来の 700V,12A の BJT と比較して示す。SJ-BJT は、高不純物濃度のドリフト領域を有しているために、従来 BJT と比較して、高いコレクタ電圧まで、伝導率変調が生じ、コレクタ電流が増加する。その結果、SJ-BJT の飽和領域におけるコレクタ電流は急峻に立ち上がり、疑似飽和領域が顕著に表れる。図 3 に、SJ-BJT の電流増幅率のコレクタ電流依存を、従来の BJT と比較して示す。SJ-BJT は、高濃度にドーピングされたコレクタ領域によりベース拡がり効果が抑制されるため、高コレクタ電流まで h_{FE} は低下しない。SJ-BJT ターンオンは、高い電流駆動能力により、従来 BJT と比較して短かった。SJ-BJT のターンオフのストレージタイムは、2.3 μ sec で従来 BJT と同等レベルであるが、テール電流は、蓄積されたキャリアが SJ 構造の空乏層により急速に排出されるため、小さかった。

4.まとめ

BJT に SJ ドリフト領域を導入することで、 h_{FE} と ON 抵抗が改善できることを実証した。これは、SJ ドリフト領域の高濃度にドーピングされた n 型ピラーによる、ベース拡がり効果の抑制の結果であることを明らかにした。

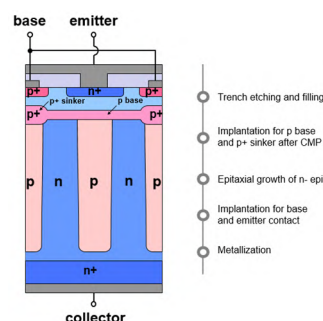


Fig. 1. Schematic cross section of unit cell and process flow of SJ-BJT.

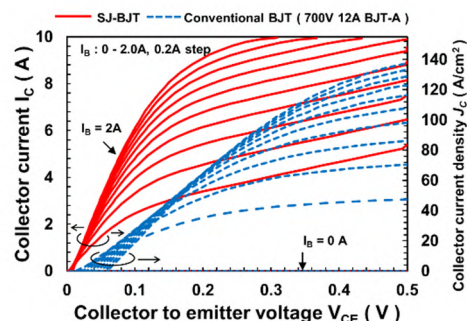


Fig. 2. Typical electrical characteristics of SJ-BJT.

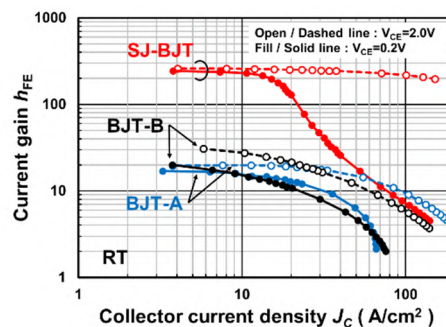


Fig. 3. h_{FE} vs. J_C curves of SJ-BJT compared with those of commercial BJTs.

参考文献[1] L. Théolier et al., Proc. ISPSD2010, pp. 157-160, 2010