

高電流増幅率 4H-SiC (000 $\bar{1}$)BJT の電流増幅率の温度依存性Temperature Dependence of High-Current-Gain 4H-SiC (000 $\bar{1}$) BJT京大工¹, 京大院工², [○]浅田聡志¹, 奥田貴史², 木本恒暢², 須田淳²Kyoto Univ.¹, Dept. of Electron. Sci. & Eng., Kyoto Univ.², [○]S. Asada¹, T. Okuda², T. Kimoto², J. Suda²
E-mail: asada@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに SiC バイポーラトランジスタ(BJT)は、高耐圧・低オン抵抗で高温動作が可能であり、次世代のパワーデバイスとして優れたポテンシャルを有している。BJT は電流駆動型デバイスであるため、高い電流増幅率が求められる。過去に本研究室では、表面パッシベーションの改良やベース-エミッタの連続成長を組み合わせることにより、4H-SiC (000 $\bar{1}$) 面基板上に、室温で 335 という高い増幅率を有する BJT の作製に成功している[1]。今後、増幅率の更なる向上を実現するには、増幅率を律する要因を明らかにすることが重要である。そこで本研究は、高い増幅率を有する BJT についてデバイス特性の温度依存性を測定し、増幅率の制限要因について検討したので報告する。

実験 Fig.1 に作製した BJT の構造を示す[1]。4H-SiC (000 $\bar{1}$) 8°オフ基板上に、10 μm の n 型コレクタ層 ($N_d = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)、0.35 μm の p 型ベース層 ($N_a = 2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)、1.2 μm の n 型エミッタ層 ($N_d = 2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) を成長させた。ベース-エミッタ層は連続成長をしている。表面パッシベーションには堆積酸化膜を用い、NO 雰囲気下で 1300°C 30 分間のアニール処理を行った。作製した BJT のデバイス特性を 140 K~460 K の範囲で測定した。

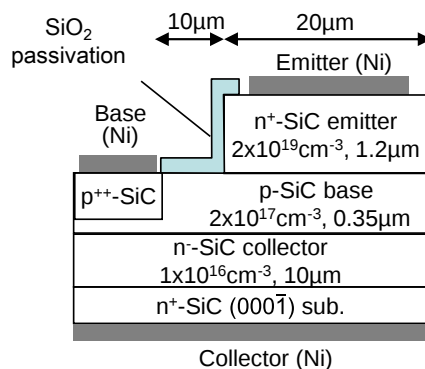


Fig.1: Schematic cross section of the fabricated 4H-SiC BJT

結果 Fig.2 に各温度における増幅率のコレクタ電流依存性を示す。コレクタ電流増加とともに再結合電流の占める割合が小さくなるため増幅率は増大するが、やがてベース層が高注入状態となることで増幅率は低下する。各温度における増幅率の最大値をプロットすると Fig.3 のようになる。素子温度を下げると最大増幅率は増大し、200 K では 1200 に達した。低温になるに従いベース層の Al アクセプタのイオン化率が低下し、正孔密度がエミッタ層の電子密度に対して相対的に低くなることで、注入効率が向上することが寄与していると考えている。200 K 以下で増幅率が低下するのは、ベース領域の正孔密度が著しく低くなることにより、Fig.2 からわかるように小さなコレクタ電流で高注入状態となってしまう、増幅率が低く抑えられるためだと考えている。

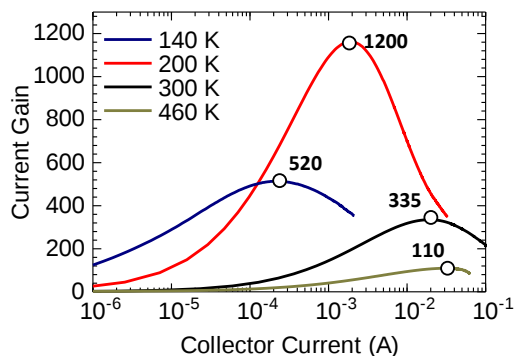
[1] H. Miyake *et al.*, "4H-SiC BJTs With Record Current Gains of 257 on (0001) and 335 on (000 $\bar{1}$)", EDL **32**, 841 (2011)

Fig.2: Collector current dependence of current gain

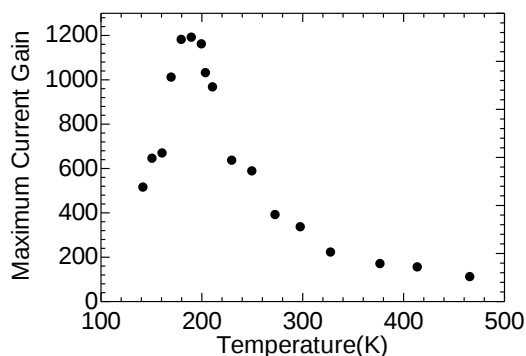


Fig.3: Temperature dependence of the maximum current gain