

Perancangan struktur HBT Si/SiGe yang optimal untuk memperoleh frekuensi transit dan penguatan arus yang tinggi dengan model HBT yang memperhitungkan mekanisme difusi, drift dan emisi termionik

Engelin Shintadewi Julian, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=75559&lokasi=lokal>

Abstrak

Jika dua bahan semikonduktor yang tidak sama digabungkan, sambungannya disebut heterojunction. Karena kedua bahan semikonduktor tersebut mempunyai bandgap yang berbeda, akan terjadi diskontinuitas energi pada persambungannya. Sambungan yang terbentuk dapat berupa sambungan abrupt atau graded. Sambungan abrupt terjadi jika perubahan dari satu bahan ke bahan lainnya terjadi secara tiba-tiba, sedangkan sambungan graded terjadi jika perubahan dari bahan satu ke bahan lainnya terjadi secara perlahan-lahan.

Pada penelitian ini dibuat rancangan HBT (Heterojunction Bipolar Transistor) Si/SiGe sambungan abrupt yang dapat memberikan frekuensi transit (f_T) dan penguatan arus yang optimum. Untuk memperoleh frekuensi transit tersebut digunakan model struktur divais dengan $N_E=10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $N_B=5.1019 \text{ cm}^{-3}$, dan $W_E=50 \text{ nm}$. Lebar basis W_B dibuat bervariasi antara 10 - 50 nm dengan kenaikan 10 nm dan fraksi mol Ge dibuat bervariasi antara 0.15 sampai 0.25 dengan kenaikan 0.025. Dalam perancangan digunakan model HBT yang memasukkan mekanisme drift, difusi dan emisi termionik. Model tersebut juga digunakan untuk menentukan densitas arus basis, arus kolektor dan penguatan arus untuk lebar basis dan fraksi mol Ge yang bervariasi.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada HBT yang diteliti komponen arus emisi termionik sekitar 2.8 sampai 4.2 kali lebih besar dibanding dengan arus drift-difusi. Pengurangan lebar basis dari 50 nm menjadi 10 nm pada HBT dengan $N_E=10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $N_B=5.109 \text{ cm}^{-3}$, $W_E=50 \text{ nm}$, dan $x=0.25$ dapat meningkatkan frekuensi transit dari 52 GHz menjadi 178 GHz, sedangkan besarnya penguatan arus untuk $W_B=10 \text{ nm}$ adalah 312 kali.

When two different semiconductor materials are used to form a junction, the junction is called a heterojunction. Since the two materials used to form a heterojunction will have different bandgaps, the energy band will have a discontinuity at the junction interface. The type of the junction could be an abrupt or graded junction. In abrupt junction, the semiconductor changes abruptly from one material to the other material. on the other hand in graded junction, the composition of materials are graded.

In this work, we designed abrupt junction Si/SiGe HBT (Heterojunction Bipolar Transistor) with optimum transit frequency (f_T) and current gain. To achieve that transit frequency, the divals structure model with $N_E=1418 \text{ cm}^{-3}$, $N_B=5.1019 \text{ cm}^{-3}$, and $W_E=50 \text{ nm}$ is used. Base width W_B was changed between 10 - 50 nm with 10 nm increment and the Ge mole fraksi was between 0.15 - 0.25 with 0.025 increment. The model of HBT which include the drift, diffusion and thermionic emission is used. The HBT model is also used to calculate the base and collector current density and the current gain for variable base width and Ge mole fraction.

The result show that the thermionic emission current is 2.8 until 4.2 times higher than the drift-difussion current. If base width is decreased from 50 nm to 10 nm of an HBT with $N_E=10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $N_B=5.10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $W_E=50 \text{ nm}$, and $x=0.25$, the transit frequency is increased from 52 GHz to 178 GHz. The current gain for $W_B=10 \text{ nm}$ is 312 times larger.