

Si/SiGe 系非対称 2 重量子井戸 n-RTD

Si/SiGe Electron-Tunneling Asymmetric Double-Quantum-Well RTD

東京農工大 院工 ○渡邊 嵩也, 須田 良幸

Tokyo Univ. of Agric. & Technol. ○Takaya Watanabe, Yoshiyuki Suda

E-mail: sudayos@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

当研究室では現行の Si テクノロジーとの整合性の良い SiGe 系で電子をキャリアとした 2 重量子井戸型 RTD (DQW n-RTD) をガスソース MBE 装置を用いて初めて作製した[1]。量子井戸を 2 重にすることでより明瞭なトンネル電流の変化を得ることができ、SiGe 系 RTD における世界初の室温下での発振を取得している。本研究では高速化のための電流向上のため、共鳴電圧を変化させて n-RTD 素子を設計し、電気的特性との相関を調べた。

2. 実験

シミュレーションを用いて 3 つの異なる共鳴電圧の RTD を設計し、 I - V 特性の比較を行った。抵抗率 $0.015 \Omega \cdot \text{cm}$ の n-Si(001)基板上に SiGe の Ge 組成比を段階的に上げる 4 層のバッファ層を形成し、その上に図 1 に示した量子井戸構造を作製した。作製した 3 つの構造の量子井戸幅を図 1 中の表に示す。図 1 中の表に共鳴電圧として量子井戸部にかかる電圧を示す。

3. 結果

作製した RTD の I - V 特性から得られた共鳴電圧とピーク電流密度の関係を図 2 に示す。各素子の共鳴電圧は図 1 に示す設計に沿った傾向を示した。共鳴電圧の分布は同一基板内の膜厚分布による影響と考えられる。また、ピーク電流密度として、共鳴電圧が高いほど高くなる傾向が得られた。これはトンネル電流成分の理論式と比較すると透過率に対して供給関数による影響が大きかったことが要因としてあげられる。特に量子井戸幅を $3.0\text{nm}/4.1\text{nm}$ とした素子で $100\text{kA}/\text{cm}^2$ を超える高いピーク電流密度を観測でき、高速動作への応用が期待できる。

n-Si 20nm
i-Si 10nm
i-Si _{0.70} Ge _{0.30} 3.3nm
第二量子井戸 i-Si Ynm
i-Si _{0.70} Ge _{0.30} 3.3nm
第一量子井戸 i-Si Xnm
i-Si _{0.70} Ge _{0.30} 3.3nm
i-Si 10nm
n-Si 10nm
n-Si _{0.66} Ge _{0.34} 30nm
n-Si _{0.75} Ge _{0.25} 80nm
n-Si _{0.87} Ge _{0.13} 30nm
n-Si _{0.87} Ge _{0.13} 100nm
<100>n-Si 基板
抵抗率 $0.012 \sim 0.017 \Omega \cdot \text{cm}$

	●	○	■
各量子井戸幅 X/Y[nm]	4.0/5.5	5.5/2.1	3.0/4.1
共鳴時の井戸部の電圧[V]	0.09	0.12	0.17

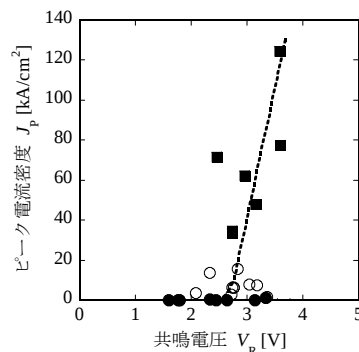


図 1. 試作した量子井戸構造と設計寸法

図 2. 共鳴電圧とピーク電流密度の相関

参考文献

1. Y. Suda, H. Koyama, Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 2273.