

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНО-ТУННЕЛЬНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Коломейцева Н.В., Романова И.А.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — Рассмотрены аналитическая и комбинированная модели, предназначенные для моделирования резонансно-туннельных структур (РТС) на основе углеродных нанотрубок (УНТ). Проведено сравнение результатов расчетов зависимости плотности тока от напряжения, полученных с их помощью.

1. Введение

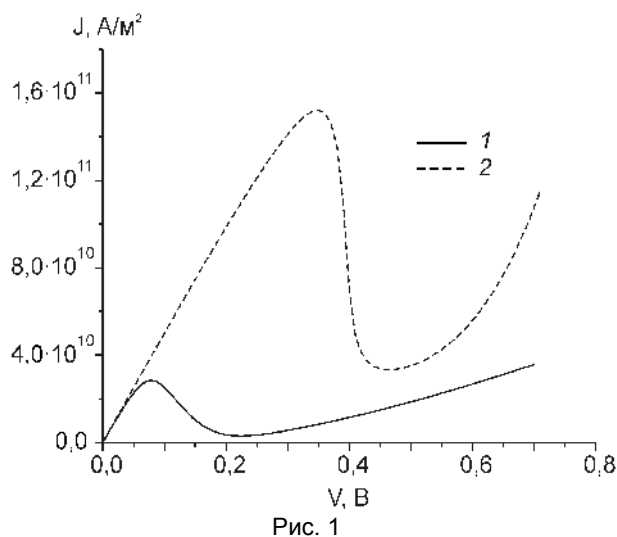
УНТ являются уникальным материалом для создания элементов электронных устройств [1], таких как диоды, в том числе резонансно-туннельные диоды (РТД) [2], транзисторы, логические элементы и др. Технология производства элементов интегральных микросхем на УНТ имеет большие перспективы, но только начинает развиваться, поэтому так важно создание моделей этих приборов.

В докладе показана возможность использования ранее предложенной комбинированной однозонной модели РТД на основе полупроводниковых материальных систем [3] для моделирования РТД на основе УНТ. Приведено сравнение результатов моделирования, полученных с помощью аналитической и комбинированной однозонной моделей. Показана важность учета приконтактных областей при моделировании РТД на УНТ.

2. Основная часть

Рассмотрим модели РТС на единичной УНТ. Модель 1 [4] основана на аналитическом решении одномерного уравнения Шредингера (см. рис. 1). В [4] представлены результаты моделирования, полученные с помощью этой модели для различных значений энергетического уровня Ферми. Отметим, что энергия Ферми зависит от используемого материала контакта к УНТ.

Модель 2 [3] основана на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона, т.е. является комбинированной (см. рис. 1). Она может учитывать влияние приконтактных областей и использоваться для РТС (в том числе и РТД) на основе УНТ при определенном задании исходных данных.



В работе была исследована резонансно-туннельная структура, основанная на единичной УНТ со следующими параметрами: высота барьеров составляет 0,8 эВ, ширина барьеров — 1 нм, ширина квантовой ямы — 2 нм, приконтактные области — 2 нм, эффективная масса $m^* = 0,216m_0$ (где m_0 — масса покоя электрона).

На рис.1 показана зависимость плотности тока от приложенного напряжения для резонансно-туннельной структуры, рассчитанная с помощью аналитической (кривая 1) и самосогласованной (кривая 2) моделей. Хорошее согласование вычислений наблюдается только при малых напряжениях до 0,1 В.

3. Заключение

Сравнение результатов расчетов по предложенным моделям доказывает необходимость учета влияния приконтактных областей при моделировании резонансно-туннельных приборных структур на основе УНТ.

Рассмотренные модели РТС на УНТ включены в систему моделирования нанoeлектронных приборов NANODEV [5], разработанной для персональных ЭВМ.

4. Список литературы

- [1] Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применение / П.Н. Дьячков. — М.: БИНОМ, 2006. — 293 с.
- [2] Dragoman D. Terahertz oscillations in semiconducting carbon nanotube resonant-tunneling diodes / D. Dragoman, M. Dragoman // Physica E. — 2004. — № 24. — P. 282—289.
- [3] Абрамов И.И. Комбинированная модель резонансно-туннельного диода / И.И. Абрамов, И.А. Гончаренко, Н.В. Коломейцева // Физика и техника полупроводников. — 2005. — Т. 39, Вып. 9. — С. 1138 — 1145.
- [4] Абрамов И.И. Экспрессное моделирование нанорадио и резонансно-туннельных структур на основе углеродных нанотрубок / И.И. Абрамов, Н.В. Коломейцева, А.Г. Климович // Мат. 22-ой крымской науч.-тех. конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». — Севастополь: Вебер, 2012. — Т.2. — С. 743 — 745.
- [5] Abramov I.I. A nanoelectronic device simulation software system NANODEV: New opportunities, / I.I. Abramov, A.L. Baranoff, I.A. Goncharenko, N.V. Kolomeitseva, Y.L. Bely, I.Y. Shcherbakova // Proc. SPIE. — 2010. — Vol. 7521. — P. 75211E-1—75211E-11.

SIMULATION OF RESONANT TUNNELING STRUCTURES BASED ON CARBON NANOTUBES

Kolomeitseva N.V., Romanova I.A.

Scientific adviser: Abramov I.I.

Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Belarus

Abstract — Analytical and self-consistent models of resonant tunneling structures based on single carbon nanotube are described. The results of calculating the IV-characteristics obtained with the use of these models are presented.