

МОДЕЛЬ МДП-ТРАНЗИСТОРА НА ОСНОВЕ ЛЕГИРОВАННОЙ БОР-АЗОТНОЙ НАНОТРУБКИ

Чумаков В.А., Грядун В.И.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Пиза Д.М.
Запорожский национальный технический университет, Украина
E-mail: griadun@zntu.edu.ua

Аннотация — Рассмотрена методика моделирования МДП-транзистора с применением легированной углеродом бор-азотной нанотрубки в качестве его полупроводникового канала. Приведены результаты расчета характеристик и параметров транзистора.

1. Введение

Бор-азотные нанотрубки по ширине запрещенной зоны граничат с диэлектриками, поэтому для использования в качестве активных элементов интегральных схем они не подходят. Однако, как показано в работе [1], при легировании углеродом, запрещенная зона бор-азотных нанотрубок типа «кресло» уменьшается более чем в десять раз. Если ещё учесть, что бор-азотные нанослои, в отличие от углеродных, никогда не демонстрируют металлическую электропроводимость и являются термически и химически более стабильными [2], то будет вполне логичным рассмотрение легированных углеродом бор-азотных нанотрубок подходящим материалом для разработки полупроводниковых приборов.

В докладе приводятся методики построения модели МДП-транзистора на базе легированной углеродом бор-азотной нанотрубки, а также его основные расчётные характеристики.

2. Основная часть

При синтезе модели МДП-транзистора подлежат определению индекс, радиус и длина нанотрубки. Для проектирования транзистора нами была использована гетеронанотрубка $(\text{BN})_2\text{C}_3$ с индексами (5,5), которая рассматривалась в работе [1]. Геометрия наноструктуры $(\text{BN})_2\text{C}_3$, фрагмент которой показан на рис. 1, представляет собой нанотрубку типа «arm-chair». Она проектировалась методом механико-молекулярного моделирования ММ+. В параметрах модели атомы рассматривались как связанные диполи с внутренним и внешним радиусами отсекания потенциала взаимодействия 10 и 14 Å, соответственно.

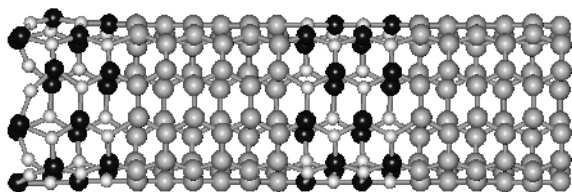


Рис. 1

Фрагмент состоит из 40 атомов азота, 40 атомов бора и 120 атомов углерода. Его диаметр составил 6,7 Å, а длина — 23,4 Å. Запрещенная зона наноструктуры, рассчитанная расширенным методом Хюккеля, составила 1,53 эВ, что на 0,33 эВ больше чем в работе [1]. Увеличение объясняется малым количеством атомов фрагмента наноструктуры.

В модели МДП-транзистора применена типичная вертикальная наноструктура: алюминиевый затвор; подзатворный диэлектрический слой оксида гафния толщиной 5 нм, характеризующийся высокой диэлек-

трической проницаемостью ~17; нанотрубка длиной 20 нм; кремниевая подложка со слоем SiO_2 ; обратный затвор.

В докладе приведено решение задачи расчёта основных характеристик МДП-транзистора с помощью самосогласованного электрического потенциала и шаговой плотности квантовых состояний нанотрубки.

На рис. 2 показано семейство выходных характеристик модели МДП-транзистора.

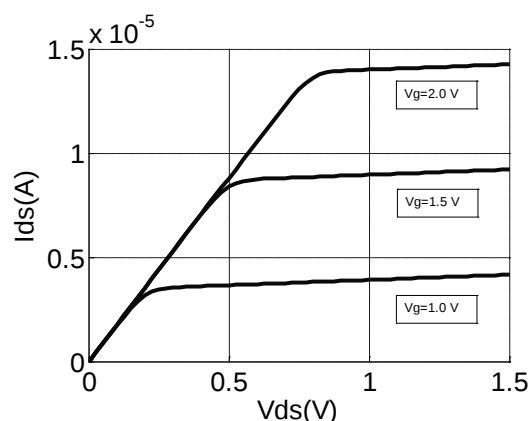


Рис. 2

На основе зависимости корня квадратного из тока стока от напряжения на затворе определено пороговое напряжение транзистора, составившее 0,54 В. Рассчитаны также крутизна транзистора и подвижность электронов, составившие величины $9,7 \times 10^{-6}$ А/В и $40 \text{ см}^2/\text{Вс}$, соответственно.

3. Заключение

Таким образом, разработана модель МДП-транзистора с применением легированной углеродом бор-азотной нанотрубки, на основе которой рассчитаны его основные характеристики.

4. Список литературы

- [1] Terrones M. Pure and doped boron nitride nanotubes / M. Terrones, J.M. Romo-Herrera, E. Cruz-Silva [et al.]. // Materials today. — 2007. — Vol. 10, № 5. — P. 30 — 38.
- [2] Han W. Transformation of $\text{B}_x\text{C}_y\text{N}_z$ nanotubes to pure BN nanotubes / W. Han, W. Mickelson, J. Cumings, A. Zettl // Appl. Phys. Lett. — 2002. — Vol. 81, № 6. — P. 1110 — 1112.

MODEL OF MOSFET BASED ON THE DOPED BN NANOTUBE

Chumakov V.A., Griadun V.I.

Scientific adviser: Piza D.M.

Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine

Abstract — A technique of modeling of the MOSFET with the application of a C-doped BN nanotube as its semiconductor channel is considered. Results of the calculation of characteristics and parameters of the transistor are presented.