Секция 6. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

Численное моделирование в задачах о переносе заряда в полупроводниках

А.С. Ибрагимова
РИ (филиал) АлтГУ, г. Рубцовск

К настоящему моменту существует достаточно много математических моделей, описывающих с той или иной степенью достоверности физические явления в полупроводниковых приборах. Актуальность конструирования подобных моделей не вызывает сомнений, ведь на сегодняшний день полупроводниковые устройства являются неотъемлемой частью многих электронных приборов.

В данной работе рассматриваем задачу о баллистическом диоде и задачи, описывающие движение электронов в 2D кремниевых транзисторах MESFET (metal semiconductor field effect transistor) и MOSFET (metal oxide semiconductor field effect transistor). В качестве математической модели взята недавно предложенная гидродинамическая модель переноса заряда в полупроводниках [1, 2]. Модель представляет из себя квазилинейную систему уравнений, записанных в форме законов сохранения. Эти законы сохранения получены из системы моментных соотношений для уравнения переноса Больцмана путем использования определенной процедуры замыкания.

Полученные результаты:

1. Разработан и теоретически обоснован новый оригинальный эффективный вычислительный алгоритм решения модельной смешанной краевой задачи для уравнения Пуассона [3]. В основу предлагаемого алгоритма положена идея классического метода прямых и метод установления. При использовании метода установления предлагается два способа регуляризации (параболическая и Соболевская) исходной стационарной модели. Новизна работы заключается в том, что для нахождения численного решения краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений используется метод сплайн–функций.

2. Получены стационарные решения двумерной задачи (MESFET) на основе предложенного вычислительного алгоритма для модельной задачи [4, 5].

3. Предложено несколько подходов нахождения приближенных решений в задаче о баллистическом диоде [6]: сведение задачи к инте-

гральным уравнениям, использование техники сплайн–функций и схемы предиктор–корректор, применение метода ортогональной прогонки.

5. Получены стационарные решения двумерной задачи (MOSFET) на основе предложенного вычислительного алгоритма в [4, 5] и с помощью метода продольно–поперечной прогонки [7].

Данные алгоритмы реализованы на ЭВМ. Проведено множество численных экспериментов. Полученные результаты являются физически правдоподобными.

Полученные результаты носят как теоретический, так и вычислительный характер. Данная работа представляет интерес для специалистов в области вычислительной математики и может быть использована для моделирования физических процессов в полупроводниковых устройствах.

Библиографический список

1. Anile A.M., Romano V. Non parabolic band transport in semiconductors: closure of the moment equations // Cont. Mech. Thermodyn. – 1999. – Vol. 11. – P. 307–325.

2. Romano V. Non parabolic band transport in semiconductors: closure of the production terms in the moment equations // Cont. Mech. Thermodyn. – 2000. – Vol. 12. - P. 31–51.

3. Блохин А.М., Ибрагимова А.С., Красников Н.Ю. Об одном варианте метода прямых для уравнения Пуассона // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12, №2. – С. 33–42.

4. Блохин А.М., Ибрагимова А.С., Семисалов Б.В. Конструирование вычислительного алгоритма для системы моментных уравнений, описывающих перенос заряда в полупроводниках // Математическое моделирование. – 2009. – Т. 21, № 4. – С. 15–34.

5. Blokhin A.M., Ibragimova A.S. Numerical method for 2D Simulation of a Silicon MESFET with a Hydrodynamical Model Based on the Maximum Entropy Principle // SIAM J.Sci. Comput. – 2009. – Vol. 31, Issue 3. – P. 2015–2046.

6. Blokhin A.M., Ibragimova A.S. 1D Numerical Simulation of the MEP Mathematical Model in ballistic diode problem // Journal of Kinetic and Related Models. – 2009. – Vol. 2, №1. – P. 811107.

7. Блохин А.М., Ибрагимова А.С. К вопросу о вычислении электрического потенциала для 2D кремниевого транзистора с наноканалом из оксида кремния // Математическое моделирование. – 2010. – Т. 22, №9. – С.79–94.