

УДК 621.315.592

DOI: 10.17223/00213411/62/9/117

М.В. САХАРОВ¹, В.Г. СРЕДИН¹, А.Э. ЗАПОНОВ², Д.С. КОНРАДИ¹

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА InSb-МАТРИЧНЫЙ ФОТОПРИЕМНИК В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ ЛОГОС

Работа посвящена моделированию закономерностей формирования и эволюции температурных полей в объеме InSb-матричного фотоприемника в условиях воздействия интенсивного лазерного излучения, накрывающего часть его поверхности. С этой целью используется имитационная модель, разработанная в пакете программ инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования ЛОГОС, позволяющая прогнозировать последствия такого воздействия на основе анализа пространственной и временной структуры возникающего температурного поля. Приводится описание имитационной модели и анализ результатов вычислительных экспериментов, полученных с её использованием.

Ключевые слова: полупроводниковый инфракрасный матричный фотоприемник, лазерное излучение, имитационное моделирование, температурное поле.

Введение

Проблеме исследования влияния интенсивного лазерного излучения (ЛИ) на функционирование полупроводниковых фотоприемников, в том числе матричных (МФП), посвящен ряд работ [1–4], носящих преимущественно экспериментальный характер. При этом для обеспечения достоверности получаемых закономерностей необходим набор достаточной статистики, для чего необходимо проведение облучения в каждом режиме единиц-десятков однотипных образцов МФП, что, как правило, оказывается неприемлемым по затратам.

В условиях указанных ограничений наиболее эффективным методом исследований является имитационное моделирование последствий воздействия ЛИ на полупроводниковые МФП. Этот подход предполагает разработку тепловой модели МФП в поле интенсивного ЛИ, учитывающей энергетические, временные, спектральные и пространственные параметры воздействующего излучения, топологию матрицы, структуру чувствительных элементов, температурные зависимости оптических и теплофизических характеристик фоточувствительного материала и т.д. Результатом имитационного моделирования является рассчитанное температурное поле, возникающее и эволюционирующее в МФП во время и после окончания воздействия ЛИ, анализ пространственной и временной структуры которого позволяет судить о возникающих эффектах. Очевидным требованием, предъявляемым к такой модели, является её адекватность, подтверждаемая сходимостью результатов теоретических оценок и экспериментальных исследований, проведенных для одних и тех же условий.

Расчет температурного поля, как правило, основан на решении нестационарного трехмерного уравнения теплопроводности, дополненного начальными и граничными условиями [5–8], позволяющего прогнозировать объемные и поверхностные эффекты нагрева многослойной структуры. Всесторонний учет особенностей конструкции МФП, взаимодействия ЛИ с материалами МФП существенно усложняет расчет, который возможен только численными методами в конечно-разностной форме с использованием обеспечивающих требуемую детализацию сеток. Это, в свою очередь, приводит к существенным временным затратам на получение результатов расчетов, которые могут быть скомпенсированы распараллеливанием алгоритма и использованием высокопроизводительных и суперЭВМ. К числу известных средств автоматизации имитационного моделирования следует отнести пакет программ инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования ЛОГОС разработки ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров), реализующий численные алгоритмы решения задач аэро-, гидро- и газодинамики, турбулентного перемешивания, статической и динамической прочности, разрушения и деформации, а также тепломассопереноса и излучения [9]. Пакет ЛОГОС характеризуется современным уровнем применяемых физико-математических моделей и методов, верификацией по результатам десятков тысяч расчетов практических задач и возможностью использования суперВМ с ускорением расчетов до 10 000 раз.

Целью данной работы является прогнозирование поведения InSb МФП в поле интенсивного ЛИ на основе имитационной модели, разработанной в пакете программ ЛОГОС. Для достижения указанной цели в пакете ЛОГОС реализована трехмерная модель многослойной структуры InSb

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>