

537. 311. 2. 322 (049. 3)

ГОРЯЧИЕ ЭЛЕКТРОНЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Hot-electron Transport in Semiconductors/Ed. L. Reggiani.— Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1985.—275 p.— (Topics in Applied Physics. V. 58).

Очередной 58-й том серии «Вопросы прикладной физики» посвящен явлениям переноса горячих электронов в полупроводниках. Эта область исследований не нова; ей считается уже скоро 40 лет, начиная с изучения проблемы пробоя диэлектриков. Отдельные вопросы этого направления (главным образом, в связи с эффектом Ганна) в той или иной мере уже освещались в различных обзорах и монографиях. Однако настоящая книга, написанная коллективом известных специалистов из разных стран, должна, по-видимому, занять особое место. Во-первых, многие вопросы излагаются впервые в подобного рода монографиях. Во-вторых, авторы постарались придать этой монографии учебный характер. И, в-третьих, здесь собран воедино большой фактический материал по наиболее достоверным экспериментальным данным для коэффициентов переноса в самых распространенных полупроводниках.

Книга органически делится на три части. В первой части, написанной редактором тома (L. Reggiani), дается краткий исторический обзор (гл. 1) и общая теория (гл. 2) для описания переноса горячих электронов в полупроводниках (основанная на кинетическом уравнении Больцмана, которая служит фундаментом для всех последующих глав. Здесь формулируются строгие определения для таких важнейших характеристик, как дрейфовая скорость, коэффициент диффузии и электронная температура в условиях, далеких от равновесия. Подробно описываются численные методы решения кинетического уравнения (метод Монте-Карло и метод итераций), обсуждаются различные механизмы рассеяния электронов.

Вторая часть посвящена наиболее интересным свойствам объемных полупроводников с горячими электронами, обнаруженным за последние 20 лет. Основной упор при этом делается не на конкретные материалы, а на физическую интерпретацию полученных результатов. В гл. 3 (C. Canali, F. Nava, L. Reggiani) обсуждаются способы определения коэффициентов переноса с помощью время-пролетной методики. В гл. 4 (Ю. К. Пожел) анализируются перенос электронов и флуктуационные явления при разогреве электронов сильным высокочастотным полем. В гл. 5 (M. Ashe) рассматриваются неустойчивости, связанные с отрицательной дифференциальной проводимостью в многодолинных полупроводниках. Обсуждаются условия существования асимметричного распределения электронов между эквивалентными долинами в результате флуктуаций поперечных компонент внешнего электрического поля (в отличие от продольных флуктуаций в случае эффекта Ганна). В гл. 6 (S. Komiyama, T. Kurosawa, T. Masumi) рассматривается движение носителей в скрещенных электрическом и магнитном полях в условиях «стриминга», т. е. когда из-за сильного неупругого рассеяния на оптических фононах функция распределения горячих электронов во внешнем электрическом поле становится сильно анизотропной в импульсном пространстве. При наличии еще и поперечного магнитного поля возможно даже образование инверсного распределения, которое, в отличие от обычных лазеров, возникает внутри непрерывной энергетической зоны.

Третья часть посвящена явлениям переноса в сверхрешетках и образцах субмикронных размеров. В гл. 7 (K. Hess, G. J. Iafrate) приводятся общие особенности строения энергетических зон и механизмов рассеяния в многослойных структурах, обсуждаются возможные применения таких структур в микроэлектронике. В гл. 8 (E. Constant) анализируется перенос носителей в присутствии быстро меняющегося во времени и пространстве электрического поля, что имеет прямое отношение к пониманию процессов, которые должны происходить в субмикронных приборах. Предсказываются новые интересные явления, такие, как баллистический пролет, выбросы и провалы дрейфовой скорости, а также отрицательная диффузия.

В целом, как уже отмечалось, настоящее издание удачно сочетает в себе черты оригинальной монографии, учебного пособия и справочника и должно стать полезным руководством как для научных работников и инженеров, так и для аспирантов и студентов старших курсов, специализирующихся в области физики неравновесных явлений в полупроводниках.

Б. Г. Идлис