1958 г. Июль *Т. LXV, вып. 3*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

«Проблемы физики полупроводников». Сборник статей (перевод с английского), под редакцией В. Л. Бонч-Бруевича, ИЛ, Москва, 1957, стр. 628, цена 36 руб. 20 к.

Целесообразность своевременного издания хорошо подобранных сборников по отдельным важнейшим проблемам физики очевидна. Не менее очевидно и то, что проблему физики полупроводников следует относить к важнейшим. Рецензируемому сборнику предшествовало издание в 1950—1956 гг. семи сборников переводов из той же области, принесших большую пользу быстро возрастающему числу физиков, инженеров и студентов, связанных с изучением и применением полупроводников.

Наиболее подробно в сборнике представлены следующие вопросы: влияние примесей на электрические свойства германия и кремния; явления, связанные с неравновесными носителями заряда в полупроводниках, особенно рекомбинация и захват носителей; явления на поверхности полупроводников; теория локальных уровней; теория явлений переноса с учетом сложной структуры зон. Статьи относятся к периоду 1954—1955 гг. и включают начало 1956 г.

Первыми из примесей, влияние которых на свойства валентных кристаллов — германия и кремния — подробно изучалось и использовалось в практике, были элементы 3 и 5 групп таблицы Менделеева, образующие мелкие энергетические уровни. В последнее время особенное внимание обращено на исследование кристаллов полупроводников, содержащих типичные «рекомбинационные» примеси (медь), переходные металлы и структурные дефекты. Указанные примеси и нарушения структуры, образующие значительно более глубокие уровни вблизи середины запрещенной полосы, интересны тем, что они могут захватывать или отдавать не только один, но и большее число электронов, превращаясь, например, в дважды заряженные отрицательные ионы. Глубокие уровни в большинстве случаев обусловливают типичные явления захвата носителей, а также примесную фотопроводимость в инфракрасной области спектра. Некоторые из элементов, образующих глубокие уровни в германии и кремнии, вызывают резкое увеличение скорости объемной рекомбинации носителей.

Работы, относящиеся к вопросу о глубоких уровнях в Ge, представлены в сборнике достаточно полно (см. статьи 1—10). Следует отметить, однако, что за прошедший со времени его издания период появился ряд новых работ, в особенности связанных с глубокими уровнями в Ge и Si, обусловленными образованием структурных дефектов в результате пластической деформации и облучения электронами.

Во втором разделе (статьи 11—26) собраны работы, в основном относящиеся к изучению объемной рекомбинации носителей заряда. Этот вопрос — один из наиболее важных в физике полупроводников. Принцип выбора статей несомненно правилен: из всего числа известных работ отобраны те, на основании которых можно судить о физике (механизме) рекомбинационных процессов. Включение работ, посвященных явлениям захвата («прилипания») носителей, вполне целесообразно. Рецензенту неясно, стоило ли включать в этот раздел большую по объему, но носящую чрезмерно «общий» характер статью А. Розе, содержащую попытку систематизации основных представлений (например, деление уровней на глубокие и мелкие и т. п.). Во второй раздел сборника включено также несколько работ, посвященных изучению явления обеднения полупроводников носителями заряда. Это явление, обратное так называемой «инжекции» или введению неравновесных носителей, может оказаться интересным с точки зрения применений в полупроводниковых электронных приборах.

Третий раздел сборника — физика явлений на поверхности полупроводников — чрезвычайно важен с точки зрения практики. В настоящее время доказано, что с реальными условиями на поверхности полупроводника, в частности с окисными пленками и адсорбцией молекул воды, связаны чрезвычайно трудные для детальной интерпретации явления, а именно образование инверсионных слоев, «каналов» поверхностной проводимости, рост скорости рекомбинации у поверхности и т. п.

В сборник включены важнейшие из иностранных работ, относящиеся к поверхностным свойствам наиболее изученных из полупроводников—германия и кремния. Выбор статей следует считать удачным. Однако включение большой по объему работы В. Брэттена и Дж. Бардина (статья № 27), перевод которой уже опубликован в советской печати, при всех достоинствах этой работы, вряд ли оправдан.

Значительный интерес представляет последний, четвертый раздел сборника, куда включены избранные теоретические работы. К основным темам этих работ относится теория излучательных и безызлучательных электронных переходов в полупроводниках, развитая в связи с интерпретацией экспериментальных данных о примесных полосах поглощения света, вероятности термической ионизации примесных центров и сечениях захвата ими электронов и дырок. Однако, как и указывает в предисловии к сборнику редактор, конкретные расчеты сечений захвата в статьях 42 и 44 основаны на «водородной» модели уровней и неприменимы в наиболее интересных случаях глубоких уровней.

Для современного состояния физики полупроводников характерно все более детальное уточнение представлений о энергетических зонах, которое в случае германия и кремния основывается на достаточно надежных экспериментальных данных. Последние из теоретических работ, включенных в сборник, тесно связаны с этим вопросом. В заключение следует отметить работу, посвященную изучению циклотронного или диамагнитного резонанса в полупроводниках (статья 53). Как известно, это явление, предсказанное Я. Г. Дорфманом, оказалось очень ценным для уточнения знаний о форме поверхностей постоянной энергии в полупроводниках.

Следует отметить высокое качество переводов и хорошее воспроизведение рисунков. В целом, по мнению рецензента, сборник «Проблемы физики полупроводников» окажется полезным для достаточно широкого круга читателей. Однако нам кажется, что в дальнейшем оптимальный объем отдельных сборников переводов, выпускаемых Издательством иностранной литературы, а вместе с ним цена их могли бы быть несколько уменьшены. Этого можно достигнуть более жестким отбором тематики и конкретных статей.

В. С. Вавилов