

БИБЛИОГРАФИЯ

Современные сведения о полупроводниках

Handbook on physical properties of Ge, Si, GaAs and InP.

A. Dargys, I. Kundrotas (Vilnius, Lithuania: Science and Encyclopedia Publishers, 1994) 262 pp
PACS numbers: 73.61.-r, 72.80.Ey, 78.30.Fs

Изданный в 1994 г. справочник содержит современные сведения об основных физических параметрах элементарных полупроводников — германия и кремния, а также двух полупроводниковых соединений — GaAs и InP. Рецензируемая книга начинается с введения, в котором с необходимой подробностью изложены основные представления о зонной структуре и главных электрофизических свойствах кристаллических полупроводников, а также таблицы значений основных физических величин и соотношений численных значений в системах CGS и SI. Вероятно, издание введения в русском переводе или в английском оригинале в виде отдельной брошюры или приложения к журналу "Физика и техника полупроводников" привлекло бы внимание многих отечественных специалистов.

Сделанный авторами выбор указанных выше полупроводников в той мере, в которой он касается Ge, Si и GaAs, вполне естествен, так как германий, благодаря многим его замечательным свойствам, оказался наиболее благодарным объектом на первых стадиях становления современной физики полупроводников и твердотельной электроники. Данные об электрофизических параметрах Ge содержатся в начале главного раздела книги (с. 31–73). Вероятно, наиболее благоприятным обстоятельством была сравнительная простота методов выращивания крупных монокристаллов Ge и их очистки от примесей. В работах, посвященных этому вопросу в 1952–1955 гг., участвовал и автор отзыва. В течение многих последующих лет и даже в ходе 90-х годов монокристаллы Ge представляют собой наилучший объект для фундаментальных исследований таких явлений, как предсказанная Л.В. Келдышем конденсация неравновесных носителей заряда в "электронно-дырочные капли". По сравнению с известным справочником Ландольт–Бернштейна² рецензируемая книга содержит

новые данные, важные для многих специалистов, продолжающих исследования фундаментальных явлений в полупроводниках. Следует отметить, что в рецензируемой книге отражены свойства монокристаллов упомянутых выше веществ, а свойства аморфных фаз Ge, Si, GaAs и InP не приведены. Это обстоятельство не следует считать недостатком, так как в отличие от совершенных монокристаллов, аморфные фазы отличаются многообразием возможных форм существования и их изучение не достигло того уровня, когда можно с уверенностью приводить количественные параметры.

В конце раздела, посвященного монокристаллам Ge, приведены подробные таблицы энергетических уровней основных электрически активных примесей с указанием использованных литературных источников (с. 73 и далее).

Раздел 2 (с. 83–130) содержит данные о зонной структуре и энергетическом спектре монокристаллов кремния. Как известно, в настоящее время около 98 % всех активных элементов схем твердотельной электроники изготавливается на основе монокристаллического кремния. Технология выращивания огромных монокристаллов Si (диаметр до 150 мм, длина — 50–75 см) достигла в наши дни высокого совершенства. Содержание этого раздела, несомненно, весьма полезно для специалистов в России и Белоруссии, где ведутся интенсивные работы в области создания кремниевых приборов. Как и введение в рецензируемую книгу, современные данные об электрофизических параметрах кремния следует сделать доступными широкому кругу специалистов в России, издав содержание раздела в ближайшее время на русском языке или переиздав его в английском оригинале. Следует отметить, что авторы книги не включили в нее важные для технологов современные данные относительно главных типов точечных дефектов в Si и их комплексов с примесями, а также сведения об энергетическом спектре локальных центров на границе кремния с SiO₂ и другими веществами. В настоящее время почти все кремниевые приборы представляют собой планарные структуры, в связи с чем энергетический спектр приповерхностных локальных центров чрезвычайно важен для практических применений.

Раздел 3 рецензируемой книги (с. 143–182) содержит данные об электрофизических свойствах наиболее подробно изученного из полупроводниковых соединений типа A₃B₅ арсенида галлия GaAs. Кристаллы GaAs относятся к широкому классу алмазоподобных полупроводников. Уже довольно давно такие особенности

¹ Справочник по физическим свойствам Ge, Si, GaAs и InP.

A. Даргис, И. Кундротас (Вильнюс, Литва: издательство "Наука и энциклопедии", 1994) 262 с.

² Landolt-Börnstein *Zahlenwerte and Funktionen in Naturwissenschaften und Technik. Neue Serie* (Ed. O. Madelung) Band 17 *Halbleiter* (Eds M. Schulz, H. Weiss) (Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1982).

свойств GaAs как край основной полосы оптического поглощения, связанный с "прямыми" (вертикальными) электронными переходами между зоной валентных связей и зоной проводимости, а также очень высокие подвижности носителей заряда привлекли к GaAs внимание физиков и технологов.

Как известно, GaAs был материалом, на основе которого удалось создать первые инжекционные лазеры. Технологическая задача выращивания крупных однородных кристаллов GaAs и эпитаксиальных пленок оказалась чрезвычайно трудной и, несмотря на значительные успехи в ее решении, этот полупроводник остался в некоторых отношениях "непредсказуемым", особенно в приборах, от которых требуется длительный срок работы. Тем не менее замечательные свойства GaAs позволили найти этому веществу интересные и практически важные области применений. Обращает на себя внимание часть раздела 3, содержащая весьма подробные данные о спектрах люминесценции GaAs. В отличие от содержания раздела, посвященного кремнию, в случае GaAs, в табл. 3.20 приведены довольно подробные данные о центрах захвата (ловушках), природа которых еще не установлена окончательно. В таблице не указаны источники, которыми пользовались авторы (вероятно, использованы их данные (3.116)).

Последний, 4-й раздел книги, содержит данные о зонной структуре и электрофизических параметрах фосфида индия InP, как и GaAs, относящегося к семейству соединений A_3B_5 . По своему построению раздел аналогичен предыдущему. Вероятно, что круг специалистов, заинтересованных в ознакомлении с этими данными, более ограничен, чем круг читателей предыдущих разделов, особенно второго и третьего.

В заключительной части книги приведены подробные списки использованной авторами литературы, включающие оригинальные публикации за время вплоть до 1992 г. На последних страницах приведено краткое содержание сборника на литовском языке. Книга очень хорошо оформлена и ее, несомненно, целесообразно было бы приобрести библиотекам крупных научных центров России.

Автору рецензии, неоднократно посещавшему научные центры Литвы в Вильнюсе и Каунасе, известны выдающиеся достижения литовских физиков. Рецензируемая книга — итог серьезной и крайне трудоемкой работы. Следует поздравить авторов с появлением ее и пожелать им дальнейших успехов в работе.

В.С. Вавилов