

Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

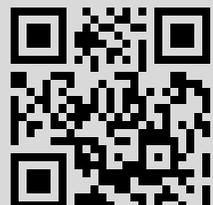
D. I. Tsiulyanu, Formation of Gap Edges in Chalcogenido Glass-Like Semiconductors of the $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Ge}$ System, *Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov*, 1986, Volume 20, Issue 10, 1900–1902

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that you have read and agreed to these terms of use
<http://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 81.180.74.152

January 25, 2021, 17:10:02



рах постоянные нарастания тока коллектора и значения времени жизни электронов в базе близки и связаны между собой практически линейной зависимостью, причем $\tau_n \approx 1.35\tau_{n0}$. Полученное экспериментальное соотношение между τ_n и τ_{n0} хорошо согласуется с выводами теоретического анализа переходных процессов в высоковольтных фотонно-инжекционных транзисторах. В этом легко убедиться, обратившись к рис. 2 работы [4].

В заключение отметим, что изменение температуры окружающей среды в диапазоне 20–160 °С не приводило к заметному изменению значений τ_n , τ_p и τ_{n0} . Не изменялись перечисленные параметры в исследованных образцах и в широком диапазоне плотностей токов.

Авторы признательны Ж. И. Алфёрову за интерес и внимание к работе.

Л и т е р а т у р а

- [1] Алфёров Ж. И., Тучкевич В. М., Челноков В. Е. Силовые арсенид-галлиевые приборы. — Электротехника, 1984, № 3, с. 25–28.
- [2] Задиранов Ю. М., Корольков В. И., Никитин В. Г., Пономарев С. И., Рожков А. В. Импульсные тиристоры на основе гетероструктур GaAs—AlGaAs. — Письма ЖТФ, 1983, т. 9, в. 11, с. 652–655.
- [3] Задиранов Ю. М., Корольков В. И., Никитин В. Г., Рожков А. В. Мощные импульсные транзисторы на основе арсенида галлия. — Письма ЖТФ, 1984, т. 10, в. 16, с. 976–979.
- [4] Григорьев Б. И., Задиранов Ю. М., Корольков В. И., Рожков А. В. Переходные процессы в высоковольтных фотонно-инжекционных транзисторах на основе гетероструктуры. — ФТП, 1986, т. 20, в. 4, с. 633–639.
- [5] Григорьев Б. И., Корольков В. И., Рожков А. В., Юферев В. С. Высоковольтный фотонно-инжекционный транзистор на основе гетероструктуры. — ФТП, 1985, т. 19, в. 5, с. 878–884.
- [6] Григорьев Б. И., Осипов Ю. М., Тогатов В. В. Анализ переходных процессов в диодных и тиристорных структурах при больших плотностях токов. — Электрон. техн., сер. 4, Электровакуумные и газоразрядные приборы, 1982, в. 2 (91), с. 59–65.
- [7] Григорьев Б. И., Данильченко В. Г., Корольков В. И. Время жизни неравновесных носителей заряда в слабо легированных эпитаксиальных слоях GaAs. — ФТП, 1983, т. 17, в. 11, с. 1953–1956.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Получено 13.01.1986
Принято к печати 10.04.1986

ФТП, том 20, вып. 10, 1986

ФОРМИРОВАНИЕ КРАЕВ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ В ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ СИСТЕМЫ As₂S₃—Ge

Циуляну Д. И.

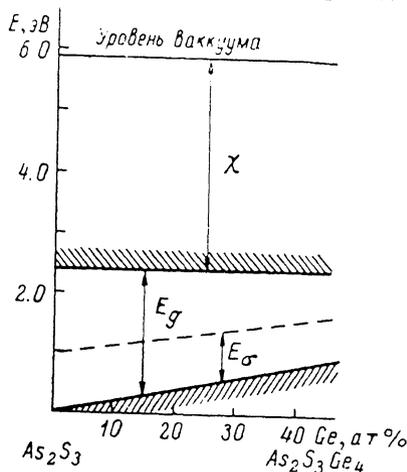
Введение германия в расплав стеклообразного As₂S₃ приводит к монотонному (почти линейному) уменьшению оптической ширины запрещенной зоны E_g с ростом концентрации германия [1]. Равновесный уровень Ферми остается при этом вблизи середины запрещенной зоны [2]. Указанные факты позволяют предположить, что сплавы As₂S₃—Ge являются твердыми растворами, в которых атомы германия не проявляют электрической активности и, насыщая все свои валентные связи, изменяют только величину E_g . Однако не ясно, за счет сдвига края какой из разрешенных зон — потолка валентной зоны E_v или дна зоны проводимости E_c происходит уменьшение E_g . Аналогичный вопрос возникал и в работах [3–5], где предполагалось, что изменение E_g в твердых растворах происходит в основном за счет сдвига только одной из разрешенных зон.

В настоящей работе приводятся экспериментальные данные, показывающие, что в случае твердых растворов системы As₂S₃—Ge уменьшение E_g действительно происходит за счет сдвига только одной, а именно валентной зоны.

Для определения абсолютного энергетического положения краев E_c и E_v исследовались гетеропереходы, созданные на основе изучаемых халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) и хорошо изученного монокристаллического полупроводника — кремния. Одним из основных параметров гетероперехода, определяющих физические процессы на границе раздела, является энергия электронного средства (χ), т. е. энергия, необходимая для перевода электрона, с энергией, соответствующей дну зоны проводимости на уровень вакуума. Разрыв зон проводимости на границе раздела гетероперехода соответствует разнице в энергиях электронного средства контактирующих материалов. Следовательно, для определения энергии дна зоны проводимости E_c относительно уровня вакуума необходимо знать энергию электронного средства кристаллического полупроводника и энергетический разрыв зон проводимости (ΔE_c).

В гетеропереходах на основе ХСП системы As_2S_3-Ge и монокристаллического $p-Si$ величина ΔE_c определялась по температурной зависимости обратного тока аналогично [6, 7], и, как было показано в [8], значение $\chi \equiv E_c$ очень слабо изменяется с ростом содержания германия в расплаве.

На рисунке показана зависимость положения края зоны проводимости E_c от



Зависимость энергетического положения краев разрешенных зон и равновесного уровня Ферми от состава стекла в системе As_2S_3-Ge .

носительно уровня вакуума. Для определения положения уровня E_v использовались данные по оптическому поглощению [1]. Полученные значения E_v , равные $E_c - E_g$, также приведены на рисунке. Видно, что ширина запрещенной зоны ХСП сужается при добавлении германия главным образом за счет сдвига потолка валентной зоны, т. е. процесс замещения атомов халькогена и мышьяка атомами германия сопровождается перестройкой структуры валентной зоны.

Этот факт может быть понят в рамках приведенного в [9] объяснения биполярной проводимости в ХСП. Согласно этой работе, перестройка валентной зоны при введении германия в As_2S_3 происходит вследствие различия в потенциалах ионизации германия (7.9 эВ), мышьяка (9.7 эВ) и халькогена (S — 10.4 эВ), т. е. того уровня, от которого происходит расщепление связывающих и антисвязывающих орбиталей, ответственных за формирование разрешенных зон в твердом теле. В As_2S_3 на этом уровне расположена неподделенная пара электронов, состояния которых ответственны за формирование верхней части валентной зоны.

При введении в As_2S_3 германия с потенциалом ионизации, на 2.5 и 1.8 эВ меньшим, чем у атомов серы и мышьяка соответственно, потолок валентной зоны формируется главным образом за счет связей Ge—S и Ge—As, а состояния неподделенных пар атомов халькогена, по-видимому, попадают глубоко в валентную зону. Таким образом, в рамках этой модели естественно ожидать, что увеличение концентрации германия приведет к сдвигу потолка именно валентной зоны.

В заключение автор выражает благодарность А. М. Андриешу и К. Д. Цэндину за интерес к работе и полезные замечания.

Л и т е р а т у р а

- [1] Андриеш А. М., Циуляну Д. И. Исследование края поглощения стеклообразных материалов в системе As_2S_3-Ge . — ФТП, 1973, т. 7, в. 2, с. 417—420.
- [2] Иову М. А., Циуляну Д. И. Электропроводность и фотопроводимость тонких слоев As_2S_3-Ge . — В кн.: Фотоэлектрические свойства гетеропереходов. Кишинев, 1981, с. 163—166.

- [3] Гельмонт Б. Л., Цэндин К. Д. О примесной проводимости в стеклообразных модифицированных полупроводниках. — ФТП, 1983, т. 17, в. 6, с. 1040—1044.
- [4] Aveyanov V. L., Gelmont B. L., Kolomiets B. T., Lybin V. M., Prihodko O. Yu., Tsendin K. D. — J. Non-Cryst. Sol., 1984, v. 64, N 1, 2, p. 179—282.
- [5] Аверьянов В. Л., Цэндин К. Д. Легирование стеклообразных и аморфных полупроводников. Л.: РТП ЛИЯФ, 1985. 24 с.
- [6] Petersen K. E., Adler D. — Appl. Phys. Lett., 1974, v. 25, N 4, p. 211—213.
- [7] Chang C. H., Dann D. — J. Appl. Phys., 1977, v. 48, N 4, p. 1751—1752.
- [8] Андриеш А. М., Циуляну Д. И. Электрофизические свойства гетеропереходов стеклообразный полупроводник—кристалл. — В кн.: Тр. Межд. конф. «Аморфные полупроводники-78». Пардубице, 1978, с. 601—608.
- [9] Барановский С. Д., Бордовский Г. А., Казакова Л. П., Лебедев Э. А., Любин В. М., Савинова Н. А. Биполярная фотопроводимость в халькогенидных стеклообразных полупроводниках системы Ge—Pb—S. — ФТП, 1984, т. 18, в. 6, с. 1016—1020.

Институт прикладной физики
АН МССР
Кипшиев

Получено 27.02.1986
Принято к печати 10.04.1986

ФТП, том 20, вып. 10, 1986

МЕХАНИЗМЫ ТЕНЗОЭФФЕКТОВ В n -Ge В ОБЛАСТИ СМЕШАННОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Дучал В. Я., Ермаков В. Н., Колмоец В. В.

На основании результатов теории деформационного потенциала можно полагать, что в общем случае при одноосной упругой деформации кристаллов многодолинных полупроводников наряду с изменением энергетического зазора между однотипными долинами и ветвями одной и той же зоны изменяется также энергетическая щель между экстремумами различных зон. Следовательно, в области смешанной и собственной проводимости увеличение (при сужении ширины запрещенной зоны) или уменьшение (при увеличении ширины запрещенной зоны) концентрации собственных носителей тока должно существенным образом изменять при возрастании механического напряжения одноосного сжатия кристаллов (X) относительный вклад различных механизмов тензоэффектов в явления переноса и, в частности, в пьезосопротивление.

В связи с этим понятно, что установление роли различных механизмов тензоэффектов в экспериментах по изучению пьезосопротивления n -Ge может быть убедительно проведено лишь при использовании сильных одноосных упругих деформаций кристаллов.

Известно, что концентрация собственных носителей тока в германии при $T=300$ К равна примерно $n_i=p_i=2 \cdot 10^{13}$ см³. Используя образцы германия с концентрацией легирующей примеси, сравнимой с указанной концентрацией собственных носителей, можно наглядно продемонстрировать, какой вклад в пьезосопротивление вносит увеличение концентрации собственных носителей тока за счет уменьшения ширины запрещенной зоны вследствие смещения влз по шкале энергий нижайшей L_1 -долины (долина [111]) и встречного движения валентной зоны $M_j = \pm 1/2$ при $X \parallel [111]$. В этом случае при малых значениях X и, следовательно, малом изменении концентрации собственных носителей процесс перераспределения электронов между однотипными L_1 -долинами приводит к возрастанию удельного сопротивления с ростом механического напряжения X . В дальнейшем увеличение деформации должно приводить к уменьшению удельного сопротивления вследствие увеличения концентрации собственных носителей тока.