



ISSN (E): 2181-4570

Изучение бинарных полупроводников методом ядерно гамма резонансной спектроскопии.

Тураев Э.Ю., Эшмухаммадова Г.Х.

Аннотация

Изучены состояния примесных атомов в бинарных полупроводниках методом ядерно гамма резонансной спектроскопии.

Определено, что состояние примесных атомов зависит как от типа проводимости, так и от того находятся ли атомы в приповерхностном слое или же в объеме полупроводников.

Ключевые слова:

Полупроводник, примесные атомы, резонанс, гамма, энергетическое состояние, изотопы, спектра, изомерный сдвиг, поверхность.

Введение.

Известно, что бинарные полупроводники широко применяются в производстве при изготовлении полупроводниковых приборов и поэтому эти материалы изучаются разными физическими методами.

Основной упор при исследовании полупроводниковых материалов к структурным и электрофизическим характеристикам, а также состоянию примесных атомов вводимых разными методами в структуру бинарных полупроводников. Актуальной проблемой являются примесные состояния и их действия на свойства полупроводников.

Примесные атомы, вводимые в структуру полупроводников различными методами, могут замещать атомы самого полупроводника или могут находиться между узлами структуры и поэтому примесные атомы могут резко изменять свойства самого полупроводника. Поэтому изучению состояния примесных атомов в полупроводниках, в частности бинарных полупроводниках является исключительно интересным и поэтому к такой исследованию выделяется большое внимание ученых. На основе таких исследований получены очень интересные результаты о состоянии примесных атомов [1,2,3].

В частности, самая изучаемая и самая применяемая в приборостроении бинарный полупроводник GaAs при введении в его структуру примесных атомов Fe в запрещенной зоне полупроводника образуется два примесных уровня $E_v+0,37_{эВ}$ и $E_v+0,52_{эВ}$. Но до настоящего времени неизвестно кому относятся эти





энергетические уровни – изолированному состоянию примесных атомов или комплексу “примесь- примесь” образуемых при введении примесного атома в структуру бинарного полупроводника GaAs.

Методика исследований.

Первичный материал исследования GaAs P-и П-типа с $P=1.6 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$ и $n=1.6 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$ получены при введении примесных атомов цинка и теллура в смGaAs. Для изучения примесного состояния применялся ядерно гамма резонансная спектроскопия в эмиссионном варианте, так как растворимости примесных атомов Fe в GaAs была не очень высокой ($\sim 10^{17} \text{ат} \cdot \text{см}^{-3}$). Для началов изучаемой GaAs ввели изотоп C_o^{57} , так как после реакции, распада образуется энергетические уровни Fe^{57} . Поэтому изучая зарядовое состояния C_o^{57} можно получит информацию о примесных атомах Fe.

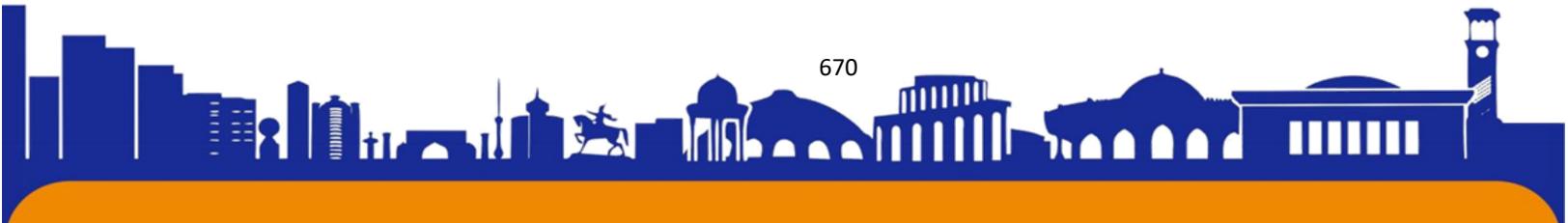
Полученные результаты:

Изучена состояния примесных атомов, находящихся на поверхности полупроводника, а также на глубине 150 мк внутри структура полупроводникового соединения GaAs.

При изучении состояния примесных атомов на повсрхности полупроводникового GaAs изотоп C_o^{57} в виде электролита, введен на поверхность изучаемого полупроводника GaAs и изучена состояния этой примеси методом ЯГРС. Полученные данные показывает спектры ЯГРС примесей зависят от типа прводимости полупроводника. Полученные результаты показывает, что для полупроводника GaAs П-типа спектры ЯГРС представляет одиночную линию с некоторым расширенным виде спектра, а для полупроводника P-типа спектр представляет квадрупольный дублет.

Результаты исследований приведны в следующей таблице:

Материалы	Для атомов Fe на повсрхност		Для атомов Fe внутри полупроводнико	
	δ	ΔE	δ	ΔE
$n=1.6 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$	0,602	0,15	0,632	0,10
$^3 P=1.6 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$	0,445	0,91	0,381	0,10





ISSN (E): 2181-4570

Выводы:

На основе полученных данных методом Мессбауровской спектроскопии, а также его эмиссионного варианта в структуре полупроводникового GaAs примесные атомы находятся в кубической структуре и их можно рассмотреть как изолированными атомами, а энергетические уровни образуемые в запрещенной зоны можно отнести к этим атомам железа.

На поверхности примесные атомы железа объединяется с находящимся на поверхности ваканциями и образуют комплекс на поверхности полупроводника GaAs. Эти комплекса также образуют энергетические уровни. Такие энергетические уровни на основе полученных данных методом ИК- спектроскопии действительно относятся к примесным атомам железа на поверхности полупроводника [4].

Определана, что зарядовое изменения для атомов в структуре GaAs и на поверхности полупроводника GaAs происходит в зависимости от состояния уровня Ферми.

Из за зарядового изменения на спектре ЯГРС происходит изменении величины изомерного сдвигача. Потому что происходит изменении плотности электронов на ядре Fe^{57} и поэтому происходит также перераспределения зарядов на 3d состоянии атомов.

Литература:

1. Тураев Э.Ю. и другие. “природа электрической неактивности примесных атомов в системе галлий-теллур”. Журнал “Физика и химия стекла”, 1987, т.13, стр.696-700.
2. Тураев Э.Ю. и другие. “Исследование методом Мессбауэре влияния перехода кристалл-стекло на структуры полупроводников ”. Письмо в ЖЕТФ, №2, 1974, стр.81-82.
3. Тураев Э.Ю. и другие. “Исследования состояния примесных атомов в полупроводниках”. Журнал “Неорганические материалы”, 1991, т.27, стр.899-903.
4. Тураев Э.Ю. и другие. “Природа состояния, образуемых атомами олова и железа в модифицированном селениде мышьяка”. International buletion of engeneering and texnology”, 2022, №8, pp.934-938.

