

УДК: 538.9

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВ

*Старший преподаватель И. Т. Разжапов,
кафедра "Энергетика"
Наманганский инженерно-технологический институт.
Наманган, Республика Узбекистан.*

Аннотация

Исследована коэффициент температурной зависимости изменение запрещённой зоны полупроводника. Использован метод разложения плотности поверхностных состояний по дельта-функциям. Вычислено коэффициент β допустимой погрешностью.

Ключевые слова: *запрещённой зоны, температурная зависимость, дельта-функция, плотность поверхностных состояний*

TEMPERATURE DEPENDENCE OF SEMICONDUCTOR CHARACTERISTICS

*Senior Lecturer I.T. Razhapov,
Department "Energy"
Namangan Engineering and Technology Institute.
Namangan, Republic of Uzbekistan.*

Annotation

The coefficient of the temperature dependence of the change in the band gap of the semiconductor is studied. The method of expansion of the density of surface states in terms of delta functions is used. The coefficient β is calculated by the margin of error.

Keywords: band gap, temperature dependence, delta function, density of surface states

Плотность поверхностных состояний опираются на статистических данных генерации электронов, которые зависят от времени и температуры. Исследование показали что, статистику генерации носителей заряда можно рассмотреть как математическая модель, сумма ряда по функции как

$$N_{ss}(E_0) = \sum_{i=1}^n N_{ss_i}(E_i) GN(E_i, E_0(t), T)$$

$$\text{Где } GN(E_i, E_0(t), T) = \frac{1}{kT} \exp\left(\frac{1}{kT}(E_i - E_0) - \exp\left(\frac{1}{kT}(E_i - E_0)\right)\right) [1,2]$$

Предположим что, в запрещенных зонах полупроводника нет энергетических состояний, а в разрешенных зонах энергетических состояний, то есть в разрешенных зонах полупроводника имеются энергетические состояния плотностью больше чем $n=10^{15}$ Эв/см². Если полностью изложить модель, то в зонах проводимости и в зонах валентности полупроводника существует все энергетические уровни, все (или почти все) $N_{ss_i}=1$ где, i такие что $E_i < E_v$ или $E_i > E_c$. Все остальные $N_{ss_i}=0$ где, i такие что $E_c < E_i < E_v$.

Рассмотрено ППС при температуре $T=10\text{K}$ в запрещенных зонах полупроводника нет энергетических состояний, а в разрешенных зонах много энергетических состояний.

Рассмотрено ППС где температура $T=300\text{K}$. Здесь видно термическое уширения и что запрещенная зона уменьшилось на некоторый ΔE . И это существенный момент значит, при повышении температуры получается термическое уширения, которая привлечёт к уменьшению ширины запрещенной зоны. Эксперименты это подтверждают, и $E_g(T)$ меняется по следующему закону.

$$E_g(T) = E_g(0) - \beta T$$

Попробуем объяснить изменение ширины запрещенной зоны с изменением температуры с помощью модели. Если эксперименты показывают изменения запрещенной зоны полупроводника и известны их

численные величины т.е. вычислены коэффициенты β зависимости изменения запрещенной зоны с изменением температуры

$$E_g(T) = E_g(0) - \beta T, \quad E_g(0) - E_g(T) = \beta T$$

тогда следует исследовать нашу модель, численно вычислив эти значения коэффициентов β . Рис.8 Определения β

Для определения β воспользуемся формулой

$$\beta = \frac{E_g(T_0) - E_g(T_1)}{T_1 - T_0} \quad (17)$$

Что бы пользоваться формулой (1) нам надо определить величины $E_g(T_0)$ и $E_g(T_1)$. После проведения вычислений нашли несколько β_i отвечающие каждому концентрации энергетических состояний n_i . (вычисление проводились помощью программы **Maple 9.5**)

Тот факт, что почти во всех проведённых экспериментах, величина β таково же порядка свидетельствует о том, что наши рассуждения в полнее разумная. Как видим, ΔE с каждым n_i меняется, а это влечет за собой неоднозначность β , даже для конкретного полупроводника. В связи с этим мы должны конкретизировать наши рассуждение. T_i есть должны попытаться определить конкретный n_0 что бы достичь однозначности β . Попробуем определить энергетические зоны полупроводника с точки зрения ППС. В разрешенных зонах полупроводника плотность поверхностных энергетических состояний порядка от $10^{15} - 10^{16}$ н/см² и во всех экспериментах по определению ППС концентрация энергетических состояний в запрещенной зоне ниже 10^{14} н/см². Если это так, то можно сказать, есть n_0 , где $10^{13} < n_0 < 10^{14}$ такой что, меньшая концентрация энергетических состояний чем n_0 определяет запрещенную зону а большая концентрация энергетических состояний чем n_0 определяет разрешенную зону полупроводника.

В наших теоретических рассуждениях по крайне мере мы выяснили нижние и верхние границы концентрации энергетических состояний n_0 где

мы можем найти β однозначно или же с какой либо допустимой погрешностью.

Литература

1. N.Yu. Sharibayev, J.I.Mirzayev. Temperature Dependence of the Density of States and the Change in the Band Gap in Semiconductors. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT),ISSN: 2249 – 8958, Volume-9, Issue-2, pp 1012-1017,2019
2. Н.Ю.Шарибаев, М.И.Мирзаев., Изменение ширины запрещенной зоны в узкозонных полупроводниках, Научный вестник НамГУ, №4 2019 ст 22-27.