

8-10-2019

VARIATION OF THE BAND GAP IN THE INDICATED SEMICONDUCTORS

Nosir Yusupzhanovich Sharibaev

Namangan Institute of Technology, DSc, f-m. Sciences, associate professor

Jasur Isroilovich Mirzaev

Namangan Muhandislik-Technology Institute, assistant

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu>



Part of the [Physical Sciences and Mathematics Commons](#)

Recommended Citation

Sharibaev, Nosir Yusupzhanovich and Mirzaev, Jasur Isroilovich (2019) "VARIATION OF THE BAND GAP IN THE INDICATED SEMICONDUCTORS," *Scientific Bulletin of Namangan State University*: Vol. 1 : Iss. 4 , Article 5.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss4/5>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin of Namangan State University by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

VARIATION OF THE BAND GAP IN THE INDICATED SEMICONDUCTORS

Cover Page Footnote

???????

Erratum

???????

ТОР ЗОНАЛИ ЯРИМЎТКАЗГИЧЛАРДА ТАҚИҚЛАНГАН ЗОНА КЕНГЛИГИНИ ЎЗГАРИШИ

Шарибаев Носир Юсупжанович

Наманган муҳандислик-технология институти, ф-м. фанларидоктори, доцент.

Мирзаев Жасур Исроилович

Наманган муҳандислик-технология институти, ассистент.

Аннотация: Ҳарорат ортиши билан аксарият яримўтказгичларда тақиқланган зона қисқариши кўп экспериментлар билан кўрсатилган, бироқ баъзи тор зонали яримўтказгичлар ($PbTe$, PbS , $PbSe$) борки, уларда ҳарорат ортиши билан тақиқланган зона кенгайиши кузатилади. Бу ишда ушбу аномал ҳолат энергетик ҳолатлар зичлигининг ҳароратга боғлиқлиги модели ёрдамида тушунтирилган.

Калит сўзлар: ҳолатлар зичлиги, энергетик тирқишлар, яримўтказгичларда тақиқланган зона, тор зонали яримўтказгичлар.

ИЗМЕНЕНИЕ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ В УСКОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Шарибаев Носир Юсупжанович

Наманганский инженерно-технологический институт, доктор ф-м. наук, доцент.

Мирзаев Жасур Исроилович

Наманганский инженерно-технологический институт, ассистент.

Аннотация: Многими экспериментами показана что, при повышении температуры запрещенная зона полупроводника уменьшается но, есть некоторые ускозонные полупроводники ($PbTe$, PbS , $PbSe$) где, при повышении температуры запрещенная зона полупроводника увеличивается. В работе это аномальность объяснено по модели температурной зависимости плотности энергетических состояний.

Ключевые слова: плотность состояний, энергетические щели, запрещенная зона полупроводника, управления энергетическими зонами, ускозонный полупроводник.

VARIATION OF THE BAND GAP IN THE INDICATED SEMICONDUCTORS

Sharibaev Nosir Yusupzhanovich

Namangan Institute of Technology, DSc, f-m. Sciences, associate professor.

Mirzaev Jasur Isroilovich

Namangan Muhandislik-Technology Institute, assistant

Abstract: Many experiments have shown that, with increasing temperature, the forbidden zone of the semiconductor decreases but there are some accelerated semiconductors ($PbTe$, PbS , $PbSe$) where, with increasing temperature, the forbidden zone of the semiconductor increases. In the work, this anomaly is explained by the model of the temperature dependence of the energy states.

Keywords: density of states, energy gaps, doping, impurity, the forbidden zone of a semiconductor, control of energy zones, an acceleration velocity semiconductor.

Введение. Тепловое уширение энергетических уровней в разрешенных зонах и в запрещенной зоне кристалла также приводит к температурным изменениям ширины энергетических щелей. При низких температурах тепловое размытие энергетических уровней слабое и щель между уровнями в зависимости от температуры меняется по-разному. Расширения или сжатия ширины запрещенной зоны зависят от многих факторов. Одним из главных факторов определяющих ширину энергетических щели является критическое значение концентрации энергетических состояний. Когда критическая концентрация N_k равна плотности энергетических состояний $N_s=N_k$, область энергией с меньшей концентрацией, чем N_k , $N_s(E)<N_k$ определяет область запрещенных состояний. И на оборот, когда область энергией с большей концентрацией, чем N_k , $N_s(E)>N_k$ энергия разрешенных состояний. Условия $N_s(E)=N_k$ определяет край запрещенная зона, дно зоны проводимости E_c , и потолок валентной зоны E_v . При таком подходе температурная зависимость запрещенной зоны определяется температурной зависимостью плотности энергетических состояний полупроводника.

Модель температурной зависимости спектра плотности состояний.

Многими экспериментами показана что, при повышении температуры запрещенная зона полупроводника уменьшается но, есть некоторые эксперименты где, при повышении температуры запрещенная зона полупроводника увеличивается. [1]

В работах [2,3] показано разложения плотности поверхностных состояний в

$$\text{ряд } N_{ss}(E) = \sum_{i=1}^n N_{ss_i} GN(E, E_i, T) \quad (1)$$

$$\text{Где } GN(E, E_i, T) = \frac{e^{\frac{E_i-E}{kT}} - e^{\frac{E_i-E}{kT}}}{kT}$$

С помощью (1) в работах [4] предложена модель плотности состояний в полупроводниках в следующем виде:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n N_{ss_i}(E_i) GN(E_i, E, T) &= N_c && \text{при } E > E_c \\ \sum_{i=1}^n N_{ss_i}(E_i) GN(E_i, E, T) &= 0 && \text{при } E_c > E > E_v \\ \sum_{i=1}^n N_{ss_i}(E_i) GN(E_i, E, T) &= N_v && \text{при } E < E_v \end{aligned} \quad (2)$$

Попробуем объяснить изменение запрещенной зоны с изменением температуры с помощью этого модели. Если у каждого полупроводникового материала своя концентрация n_m энергетических состояний в разрешенных зонах определяющая индивидуальную концентрацию энергетических состояний в разрешенных зонах полупроводникового материала. $n_m > n_0$ (концентрация энергетических состояний в запрещенной зоне). Анализируем случай с разными n_m (т.е разные материалы). Из анализа (3) известно что, в графике (рис. 1) n_k при $E=E_0$ или $E=E_c$ которая менее чувствительна к изменению температуры. И эта точка $n_k = n_m / 2$ (для каждого материала своей). Рассмотрим случай расположения n_k относительно

n_0 когда $n_m > 2n_0$ и случай когда $2n_0 > n_m > n_0$. Ниже приведена рис. 1, рис. 2 где отчетливо видны обе случай.

Первое случай (рис. 1) когда $n_m > 2n_0$ точка n_k находится выше n_0 . Из рисунка видна что при повышении температуры верхняя часть графика от точки n_k расширяется в сторону разрешенной зоны а нижняя часть графика от точки n_k расширяется в сторону запрещенной зоны. И видно что, появляется некоторая ΔE сдвиг в сторону запрещенной зоны. Иными словами можно сказать при повышении температуры запрещенная зона полупроводника уменьшилось.

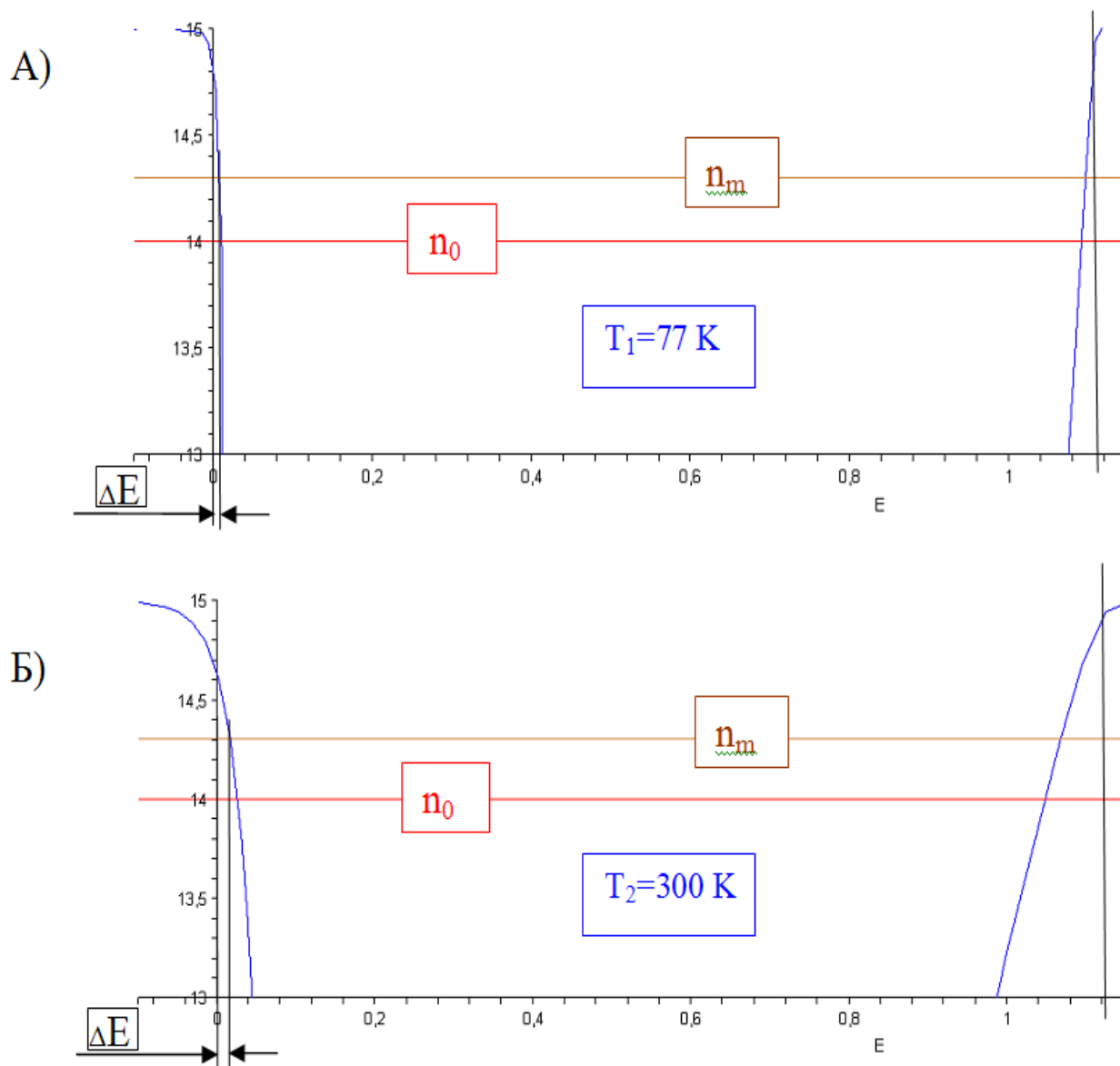


Рис. 1. График плотности состояний когда $n_m > 2n_0$

Второй случай (рис.2) когда $2n_0 > n_m > n_0$ точка n_k находится ниже увеличивается. И это подтверждаются экспериментами [1]. Если модель объясняет проведенные эксперименты, то можно утверждать что, уменьшение или увеличения запрещенной зоны полупроводника повышением температуры связана с параметрами

полупроводникового материала, у каждого полупроводникового материала своё число n_m определяющая концентрацию энергетических состояний в разрешенной зоне.

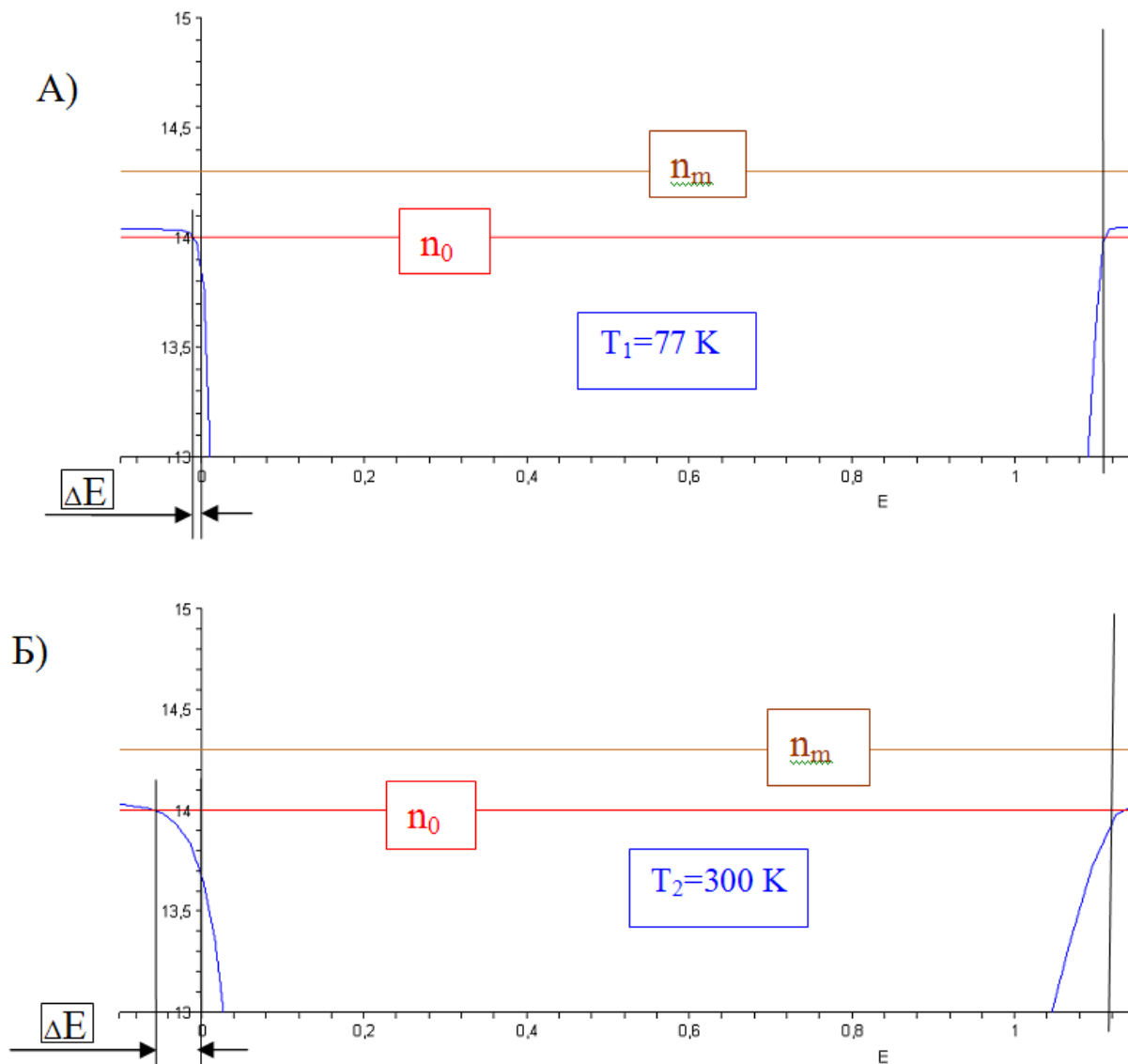


Рис.2. График плотности состояний когда $2 \cdot n_0 > n_m > n_0$.

По поведению графика из рис.2 хорошо видна, что с повышением температуры верхняя часть графика от точки n_k расширяется в сторону разрешенной зоны а нижняя часть графика от точки n_k расширяется в сторону запрещенной зоны. И видно что, появляется некоторый ΔE сдвиг в сторону разрешенной зоны. Иными словами появилось в стороне разрешенной зоны $\Delta E = E_0 - E_1$ где концентрация энергетических состояний n в промежутке $[E_1, E_0]$ ($E_1 < E_0$) меньше чем n_0 . Это говорит, а том, что при повышении температуры запрещенная зона полупроводника увеличилась.

Отсюда можно сделать немаловажный вывод. При повышении температуры запрещенная зона полупроводника уменьшается или

Заключение. Численные эксперименты показывают что, связь между концентрации энергетических состояний в разрешенной зоне и изменении запрещенной зоны полупроводника в следующем, если число концентрации энергетических состояний n_m в разрешенной зоне больше чем числа n_0 (n_0 – число

определяющая границу между запрещенными и разрешенными зонами полупроводника) то запрещенная зона уменьшается с повышением температуры. Если концентрация энергетических состояний n_m в разрешенной зоне меньше чем числа n_0 то запрещенная зона увеличивается с повышением температуры.

Изменения запрещенной зоны полупроводника от изменения температуры связаны с термическим уширением. Термическое уширение при концентрации энергетических состояний в разрешенной зоне полупроводника $n_m > 2n_0$ показывает уменьшения запрещенной зоны полупроводника, при концентрации энергетических состояний $2n_0 > n_m > n_0$ в разрешенной зоне полупроводникового материала меньше чем числа n_0 показывает увеличения запрещенной зоны полупроводника. Где n_0 – число определяющая границу между запрещенными и разрешенными зонами полупроводника

References:

1. B.Ridli. Kvantovye protsessy v poluprovodnikakh. (M..Mir, 1986, 304 b.)
2. G.Gulyamov, N.Yu.Sharibaev. FTP – Sankt Peterburg, T.45. №2. – S.178-182. (2011)
3. G.Gulyamov, N.Yu.Sharibaev. Poverxnost. Rentgenovskie, sinxrotronnie I neytronnie issledovaniya. №9 b. 13-17. (2012)
4. G.Gulyamov, N.Yu.Sharibaev. Fizicheskaya Injeneriya Poverxnosti Ukraina, g.Xarkov. T.10, №2 – b.4-8 (2012).