

# ДИФФУЗИЯ И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ТВЁРДЫХ ТЕЛАХ

## Контрольная работа № 1

### Методические указания

Справочные данные, которые потребуются для решения ряда задач, могут быть взяты из [1].

1. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: МИСиС, 2003. - 480 с.

- 
1. 4. Определите при температуре 300 К и 1400 К равновесную концентрацию вакансий в бездислокационном монокристалле кремния. Энергия образования вакансии в кремнии - 2,5 эВ; период решетки кремния при 300 К равен 0,54304 нм; коэффициент линейного расширения кремния -  $7 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ . Величину параметра  $\delta S_v / k$  примите равной 8.
  2. 4. Определите концентрацию стехиометрических вакансий при температуре 300 К в соединении  $\text{Ga}_2\text{Te}_3$ , кристаллизующегося в структуру дефектного сфалерита. Период решетки  $\text{Ga}_2\text{Te}_3$  при 300 К равен 0,5887 нм.
  3. 4. Определите при температуре 300 К равновесную концентрацию вакансий по мышьяку в анионной подрешетке Ga As. Энергия образования вакансий по мышьяку в GaAs равна 2,31 эВ; период решетки арсенида галлия при 300 К равен 0,5653 нм.
  4. 4. Определите в кремнии энергию образования винтовой дислокации единичной мощности длиной в 1 см. Период решетки кремния - 0,54304 нм; модуль сдвига - 80 ГПА.
  5. 4. Определите кристаллографические индексы линий (осей) краевых дислокаций единичной мощности, лежащих в плоскости (100) алюминия.
  6. 4. Используя правило Франка, определите возможность протекания в кристалле кремния реакции, связанной с расщеплением  $60^\circ$ -дислокации единичной мощности на две частичные дислокации:  $(a\sqrt{2})/2 \rightarrow (a\sqrt{6})/6 + (a\sqrt{6})/6$ .
  7. 4. Рассчитайте число нарушенных химических связей в  $1 \text{ см}^3$  монокристалла

кремния, связанных с краевыми дислокациями единичной мощности ( $b = (a\sqrt{2})/2$ ); плотность дислокации составляет  $10^2 \text{ см}^{-2}$ ,  $10^6 \text{ см}^{-2}$  и  $10^8 \text{ см}^{-2}$ .

8. 4. Монокристалл антимонида индия р-типа легирован цинком; концентрация дырок при температуре 300 К составляет  $4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Определите плотность  $60^\circ$ - $\beta$ -дислокаций, введение которых обеспечит перевод этого монокристалла при температуре 300 К в образец n-типа с концентрацией электронов  $6 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Энергия ионизации донорных центров, создаваемых  $60^\circ$ - $\beta$ -дислокациями, составляет - 0,02 эВ.

9. 5. Рассмотрите состояние и поведение элементов IV периода в кремнии.

10. 5. Монокристалл кремния легирован фосфором в концентрации  $10^{16} \text{ ат/см}^3$ . Определите концентрации неосновных носителей заряда при температуре 300 К и 1000 К; в кремнии  $m_e^* = 1,05 m_0$ ;  $m_h^* = 0,56 m_0$ .

11. 5. Определите в кремнии, легированном фосфором, положение уровня Ферми при  $T = 300 \text{ К}$ ; концентрация фосфора составляет  $10^{17} \text{ ат/см}^3$ .

12. 5. Определите удельное сопротивление при 77 К и 300 К монокристалла антимонида индия, легированного теллуром, при концентрации теллура  $10^{17} \text{ ат/см}^3$ . Энергия ионизации теллура в InSb равна 0,01 эВ, подвижность электронов при 77 К -  $500\,000 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ , а при 300 К -  $78\,000 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ .

13. 5. Рассмотрите состояние и поведение кислорода в монокристаллах кремния. В том числе рассмотрите термодонорный эффект, связанный с кислородом.

14. 5. Рассмотрите причины возникновения примесных атмосфер на дислокациях разных типов в элементарных алмазоподобных полупроводниках и полупроводниковых соединениях типа  $A^{\text{III}}B^{\text{V}}$ .

15. 5. Монокристалл кремния легирован бором; удельное сопротивление монокристалла при 300 К составляет  $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , коэффициент Холла равен  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{Кл}$ . Определите подвижность дырок в этом монокристалле при температуре 300 К.

Составитель: проф. каф. МПП Дашевский М.Я.