УДК 621.383

Фотоэлектрические свойства $ZnGa_2Se_4$

Т. Г. Керимова, А. Г. Султанова, З. Г. Мамедов, Э. А. Джафарова
Институт физики НАН Азербайджана, Баку, Республика Азербайджан

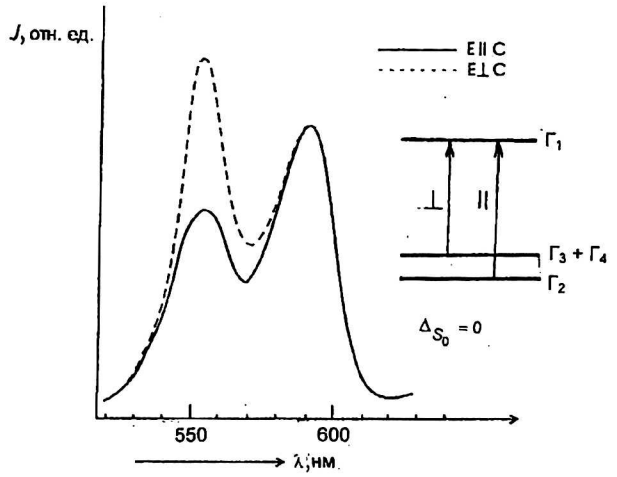
Приведены результаты исследования спектральной зависимости фотопроводимости монокристаллов $ZnGa_2Se_4$ в поляризованном излучении для выяснения спектра локальных состояний. Данные результаты позволяют использовать это соединение в качестве поляриметрического детектора в видимой области спектра (530—580 нм).

$ZnGa_2Se_4$ относятся к сложным алмазоподобным соединениям типа $A^2B^3{}_2C^6{}_5$. Сложный химический состав, наличие двух сортов атомов в катионной подрешетке обусловливают богатый спектр локальных состояний в запрещенной зоне. Высокая временна́я стабильность многих характеристик, слабая чувствительность их свойств к воздействию внешних факторов и легированию в сочетании с высокой фоточувствительностью и большой шириной запрещенной зоны (E_g ~2,4 эВ) выдвигают это соединение в ряд перспективных материалов для полупроводникового приборостроения.

В данной статье приводятся результаты исследования спектральной зависимости фотопроводимости монокристаллов $ZnGa_2Se_4$ в поляризованном излучении для выяснения спектра локальных состояний. Для проведения измерений монокристаллы $ZnGa_2Se_4$ были выращены методом газотранспортных реакций. В качестве транспортера использовался кристаллический йод. Рентгенографические исследования показали, что $ZnGa_2Se_4$ кристаллизуется в тетрагональной структуре с параметрами решетки $a = 5{,}596$ Å; $c = 10{,}99$ Å; $c/a = 2$. Совершенство кристаллов контролировалось снятием лауэграмм. Выращенные монокристаллы имели *n*-тип проводимости.

Имеется единственная работа [1], в которой приводится спектральная зависимость фотопроводимости (ФП) $ZnGa_2Se_4$. Единственный максимум в спектре ФП приписывается ширине запрещенной зоны. Следует заметить, что исследования в [1] проведены в неполяризованном излучении. $ZnGa_2Se_4$ — анизотропный полупроводник, тетрагональная ось составляет с гранями [112] угол 37°.

Спектры ФП измерялись на установке, собранной на базе SPM-2. В качестве фотоприемников использовались ФЭУ-61 и ФЭУ-39. Омическими контактами служил индий. Омичность контактов проверялась измерениями вольтамперных характеристик. На рисунке представлена спектральная зависимость фотопроводимости в $ZnGa_2Se_4$ при 300 K. Ввиду высокого удельного сопротивления образцов не удалось провести измерения при низких температурах.



Спектральная зависимость фотопроводимости в $ZnGa_2Se_4$ при 300 K.
На вставке справа — схема оптических переходов в Г(000)

В спектрах ФП $ZnGa_2Se$ наблюдаются два максимума — при 2,23 и 2,1 эВ. Поляризационная зависимость максимума при 2,23 эВ коррелирует с поляризационной зависимостью коэффициента поглощения в области края собственного поглощения. Поляризационная зависимость максимума ФП при 2,23 эВ коррелирует с поляризационной зависимостью коэффициента поглощения в области края собственного поглощения.

Ранее нами [2] были исследованы спектры оптического поглощения и отражения в области края собственного поглощения $ZnGa_2Se_4$ в поляризованном излучении. Совместный анализ оптических спектров и теоретических расчетов зонной структуры в спектрах ФП в области края собственного поглощения показал, что минимальные межзонные переходы локализованы в центре зоны Брюллиэна Г(000). Вершина валентной зоны в дипольном приближении формируется состояниями Γ_2 и Γ_{3+4}, энергетическое расстояние между которыми определяется кристаллическим расщеплением. Показано, что оптические переходы разрешены в поляризации $E \perp c$ (c — тетрагональная ось) и равны 2,43 эВ

© Керимова Т. Г., Султанова А. Г., Мамедов З. Г., Джафарова Э. А., 2004

(схема оптических переходов в центре зоны Брюллиэна представлена на рисунке).

В спектрах термостимулированной проводимости (ТСП) $ZnGa_2Se_4$ [3] обнаружены два максимума при температуре 219 К и широкий максимум в интервале 290—400 К с общим максимумом при 346 К. Глубины залегания ловушечных уровней, определенные по максимумам ТСП, оказались равными 0,24 и 0,49 эВ. Наличие широкого максимума ТСП свидетельствует о наличии близкорасположенных ловушечных уровней. Последнее, по-видимому, связано со сложностью химического состава исследуемого соединения. Наличие двух сортов атомов в катодной подрешетке создает условия для образования сложного спектра локальных состояний в запрещенной зоне.

Поскольку поляризационная зависимость максимума ФП при 2,23 эВ коррелирует с поляризационной зависимостью коэффициента поглощения в области края собственного поглощения, то этот максимум ФП следует связать с переходами из валентной зоны на уровне 0,24 эВ, расположенный ниже дна зоны проводимости. Следующий максимум ФП при 2,1 эВ связан с переходами из валентной зоны на уровни, расположенные ниже дна зоны проводимости.

Анализ поляризационной зависимости фотоэлектрических характеристик $ZnGa_2Se_4$ позволяет использовать это соединение в качестве поляриметрических детекторов в видимой области спектра (530—580 нм).

Литература

1. *Beun J. A., Nitshe R., Sichtensteiler M.* Optical and electrical properties of ternary chalcogenides//Physics. 1961. V. 27. № 3. P. 448—452.

2. *Керимова Т. Г., Мамедова И. А., Султанова А. Г.* Электронные спектры $ZnGa_2Se_4$: 11-я Республиканская конференция "Актуальные вопросы физики". — Баку, 2001. С. 47.

3. *Султанова А. Г.* Термостимулированная проводимость в $ZnGa_2Se_4$//Physica. 2002. Т. 8. № 1. С. 39—40.

Photoelectric properties of $ZnGa_2Se_4$

T. G. Kerimova, A. G. Sultanova, Z. G. Mamedov, E. A. Dzhafarova
Institute of Physics, Baku, Republic of Azerbaijan

The examinations of spectral dependence of photoconduction for $ZnGa_2Se_4$ monocrystals in a polarized radiation enable to spot a spectrum of local states. Obtained results allow to utillize this combination as a polarimetric detector in the visible specrum (530—580 nm).

* * *