

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ $MnGaInSc:Eu$

О.Б. ТАГИЕВ, Т.Ш. ГАШИМОВА

Институт Физики АН Азербайджана,
370143, Баку, пр. Г. Джавида, 33

Методом вольт-амперных характеристик (ВАХ), температурной зависимости тока определены основные параметры (энергия активации $E_a=0,9+1,60$ эВ, концентрация $N_t=10^{13}+10^{14}$ см $^{-3}$) локальных уровней. Установлено, что механизм токопрохождения обусловлен током, ограниченным пространственным зарядом (ТОПЗ).

В данной работе приводятся результаты исследования электрических свойств монокристаллов $MnGaInSc:Eu$. Эти соединения получены методом Бриджмена и представляют плоскопараллельные слоистые пластинки. Установлено, что $MnGaInSc:Eu$ кристаллизуется в структурном типе однопакетного полигона $ZnIn_2S_4$ с параметрами кристаллической решетки: $a=3,80$, $c=12,15$ Å, $Z=1$ пр. рз/1 [1,2]. Соединения $MnGaInSc:Eu$ перспективны для создания на их основе лазеров, модуляторов света, фотодетекторов и других функциональных устройств. Некоторые спектральные свойства монокристаллов $MnGaInSc$ приведены в работе [3].

Для измерений использовались образцы типа "сэндвич": $In-MnGaInSc:Eu-In$.

зависимости говорят о том, что основную роль в токопрохождении играют токи, ограниченные пространственным зарядом (ТОПЗ). Кроме того установлено, для зависимости плотности тока (j) от межэлектродных расстояний (L) для квадратичной области выполняется следующая закономерность $j \sim L^{-3}$ [4]. Анализ ВАХ показал, что выше указанные участки ($J \sim U$, $J \sim U^2$ и участок быстрого нарастания тока), могут быть связаны с заполнением моноэнергетического уровня прилипания предельного заполнения ловушки (ПЗЛ). Поэтому для данного соединения используется модель, содержащая один уровень прилипания или систему близко расположенных уровней. Поскольку напряжению предельного заполнения ловушек предшествует квадратичный участок, то можно заключить, что уровни прилипания расположены выше уровня Ферми. По напряжению (V_{max}) можно оценить концентрацию ловушек [5], которая лежит в пределах $10^{13}-10^{14}$ см $^{-3}$.

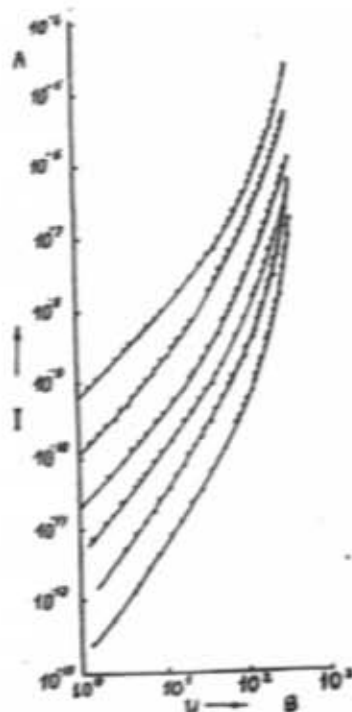


Рис. 1. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) структур $In-MnGaInSc:Eu-In$ при различных температурах: Т, К: 1-284, 2-300, 3-314, 4-329, 5-350, 6-369.

Вольт-амперные характеристики (ВАХ) в интервале температур 280-370 К приведены на рис. 1. На экспериментальных зависимостях можно выделить характерные участки $J \sim U$, $J \sim U^2$, $J \sim U^n$, где $n > 2$. Такие

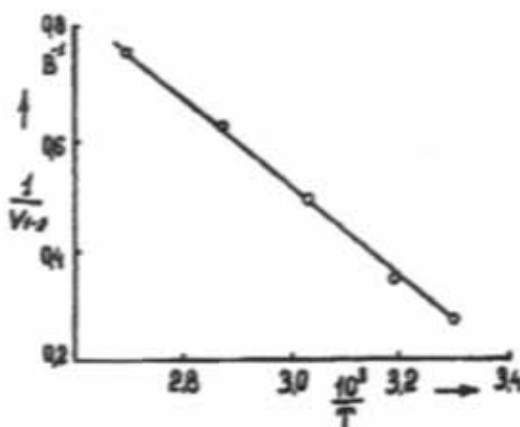


Рис. 2. Температурная зависимость обратного значения переходного напряжения $1/V_{1-2} = f(1/T)$.

На ВАХ наблюдаем сверхлинейный участок с наклоном больше двух, который определяется наличием экспонциального распределения ловушек. По наклону сверхлинейного участка была определена характеристическая температура экспонциального распределения. ВАХ, снятые при различных температурах, дают нам возможность определить глубину залегания моноэнергетических уровней, которая связана с напряжением перехода (V_{1-2}) от омического участка к "ловушечному" квадратичному, формулой [6]

$$V_{1-2}^{-1} \sim \exp \frac{E_v - E_c}{kT}$$

Энергия активации, рассчитанная по тангенсу угла наклона из графика зависимости $V_{1-2}^{-1} = f(1/T)$ (рис. 2), равна 0,80 эВ.

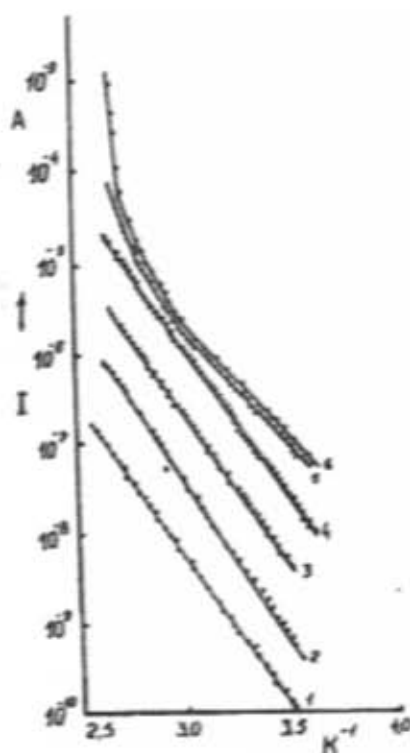


Рис. 3. Температурная зависимость тока структур при различных значениях напряжения, V, В: 1-50, 2-100, 3-300, 4-400, 5-430.

Согласно [6], если значение напряжения перехода от омического участка к квадратичному V_{1-2} не зависит от температуры, то в этих кристаллах имеет место слабая компенсация, а если V_{1-2} зависит от температуры, то имеет место сильная компенсация. Анализ данных показывает, что напряжение перехода от омической проводимости к режиму ТОПЗ и значения напряжения перехода от участка ТОПЗ к вертикаль

ному росту тока с уменьшением температуры сдвигаются в область больших напряжений, т.е. в кристаллах MnGaInS₄:Eu имеет место сильная компенсация.

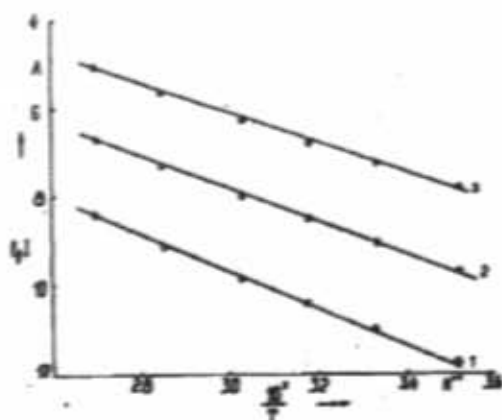


Рис. 4. Температурная зависимость тока соответствующая переходу от омического участка к квадратичному участку.

На рис.3 показана температурная зависимость тока при различных значениях внешнего напряжения. Видно, что наклон кривых с ростом внешнего напряжения уменьшается в интервале 0,70-0,50 эВ, 0,77-0,76 эВ для различных участков. При высоких напряжениях (400+430 В) выявляются более глубокие уровни с энергиями активации 0,80+1,60 эВ.

Из теории [4] установлено, что на всех участках, предшествующих пробое, ток должен быть пропорционален концентрации термически возбужденных дырок. То, что это действительно выполняется на опыте, видно из рис. 4, где приведены температурные зависимости тока при различных постоянных напряжениях. Нижняя прямая соответствует омическому участку на рис. 1, а вторая прямая - квадратичному участку. Следующая прямая соответствует области сильных полей.

Значение энергии активации, найденное по наклону этих прямых, равно 0,80 эВ.

Таким образом, путем совместного изучения омической проводимости и ТОПЗ при разных температурах найдены основные параметры (энергетические положения и концентрация) локальных уровней монокристаллов MnGaInS₄:Eu.

- [1] Э.Л. Нагаев. Физика магнитных полупроводников. 1979, М., с.432.
 [2] C. Bastisoni, L. Gastaldi, G. Mattoigno, et al. Solid State Commun., 1994, 61, № 1, p.43-46.
 [3] Н.Н. Нуфтуев, А.Г. Рустамов, О.Б. Тагиев. ФТП, 1993, т.27, № 3, с.386-390.

- [4] А. Милнс. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. 1977, М., с.562.
 [5] Н.С. Грушко, Л.А. Герасименко, Т.И. Гоглидзе. Межвузовский сборник "Физика полупроводников и диэлектриков". Кишинев, "Цитника", 1982, с.83-87.

О.В. Тағйев, Т.Ş. Наşимова

MnGaInS₄:Eu MONOKRİSTALLARININ ELECTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ

Volt-ampere xarakteristikası və cərəyanın temperatur asılılığı metodlarının köməyi ilə lokal səviyyələrin əsas parametrləri (aktivləşmə enerjisi $E=0,6+1,6\text{eV}$, konsentrasiya $N_f=10^{13}+10^{14}\text{cm}^{-3}$) təyin edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, cərəyankeçmənin mexanizmi fəza yükləri ilə məhdudlanmış cərəyanlarla əlaqədardır.

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF $MnGaInScEu$ SINGLE CRYSTALS

Main parameters (activation energy $E_f=0,6+1,6$ eV, concentration $N_f=10^{13}+10^{14}$ cm^{-3}) of localized levels have been determined by the volt-ampere characteristic method and current temperature dependence. It is established that mechanism of the current passage is due to current limited by the space charge (CLSC).

Дата поступления: 06. 06. 96

Редактор: Д.Ш. Абдулов