

06.2;07

Влияние освещения на вольт-амперные характеристики и электропроводность монокристаллов MnGaInS_4

© Н.Н. Нифтиев, О.Б. Тагиев

Азербайджанский государственный педагогический университет, Баку

Поступило в Редакцию 25 ноября 2002 г.

Исследовано влияние освещения на ВАХ и зависимость $\sigma(T)$ монокристаллов MnGaInS_4 . Установлено, что „световой“ ток в $10^4 \div 10^5$ раз больше „темнового“. Рост тока связан с освобождением носителей из ловушек, заполнение которых происходило при освещении. Определены энергетические положения уровней.

В последние годы значительное внимание уделяется изучению полумагнитных полупроводников типа $\text{A}^{\text{II}}\text{B}_2^{\text{III}}\text{X}_4^{\text{VI}}$ (где А — Mn, Fe, Co, Ni; В — Ga, In; X — S, Se, Te), содержащих элементы с незаполненными d -оболочками [1–6]. Эти соединения перспективны для создания на их основе лазеров, модуляторов света, фотодетекторов и других функциональных устройств, управляемых магнитным полем. В [5,6] при соотношении 1:1 шпинельной MnIn_2S_4 (пространственная группа пр. гр. Fd 3 m) и тетрагональной MnGa_2S_4 (пр. гр. 14) структур получены новые слоистые полумагнитные полупроводники состава MnGaInS_4 и исследованы их электрические и оптические свойства.

В данной работе приводятся результаты исследования влияния освещения на вольт-амперные характеристики (ВАХ) и электропроводность при разных температурах монокристаллов MnGaInS_4 .

Монокристаллы MnGaInS_4 были получены методом Бриджмена. Рентгенографическим методом установлено, что монокристаллы кристаллизуются в структуре однопакетного политипа ZnIn_2S_4 [7] с параметрами кристаллической решетки $a = 8.31$; $c = 12.17 \text{ \AA}$; $Z = 1$ (пр. гр. R3m). Контакты в образцах создавались сплавлением индия (сэндвич-структура). На рис. 1 представлены ВАХ-структуры $\text{In-MnGaInS}_4\text{-In}$, находящейся в темноте (кривая 1) и освещенной белым светом (кривая 2) при температуре 294 К. Видно, что в неосвещенных

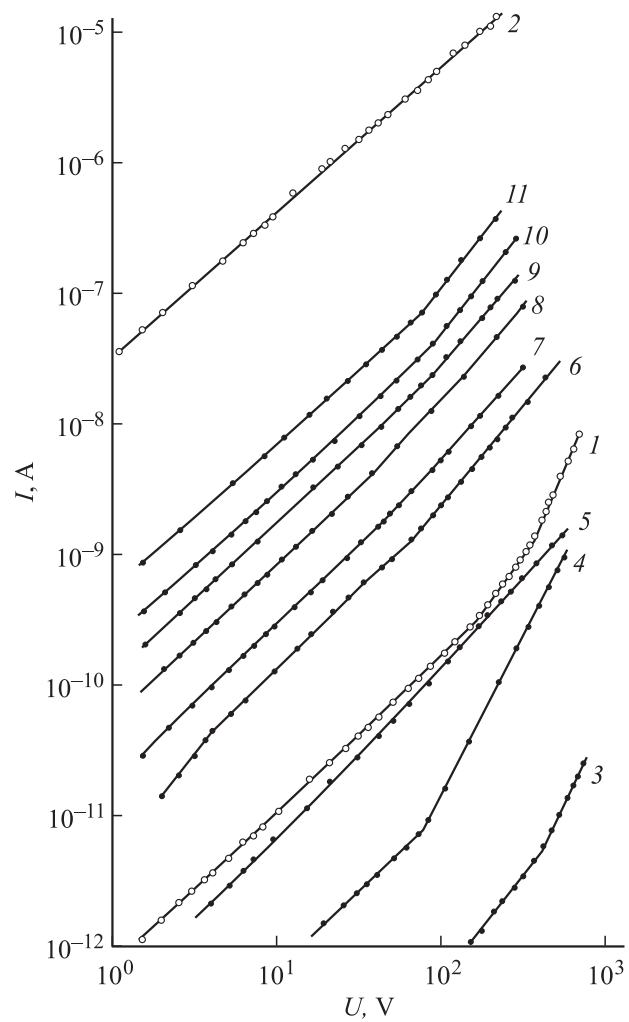


Рис. 1. ВАХ структур In-MnGaInS₄-In при температуре 294 К (кривая 1 — в темноте; 2 — при освещении белым светом 200 lx) и при освещении инфракрасным светом $\lambda = 710$ nm при различных температурах T , К: 3 — 80; 4 — 153; 5 — 212; 6 — 291; 7 — 311; 8 — 341; 9 — 359; 10 — 372; 11 — 394.

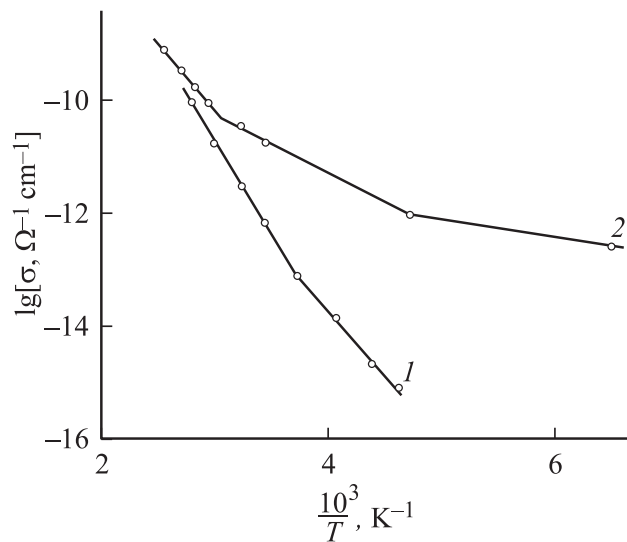


Рис. 2. Температурные зависимости электропроводности для монокристаллов MnGaInS₄: 1 — в темноте, 2 — при освещении $\lambda = 710 \text{ nm}$.

образцах (кривая 1) ВАХ содержит следующие участки: линейный ($I \sim U$), квадратичный ($I \sim U^2$) и участок резкого роста тока ($I \sim U^n$, $n > 2$). Нами установлено, что ток в нелинейной области обусловлен монополярной инжекцией и полевым эффектом [5]. При освещении образцов (кривая 2) ВАХ имеет только линейный участок и J_2 — ток освещенного образца почти в $10^4 \div 10^5$ раз больше J_1 — тока образца, находящегося в темноте. Это означает, что MnGaInS₄ — очень фоточувствительный материал.

На рис. 1 представлены ВАХ-структуры In-MnGaInS₄-In, облучаемой светом, длина волны которого 710 nm, полученные при различных температурах (кривые 3–11). Видно, что при низких температурах (80–153 К) и малых напряжениях зависимость омическая, а появляется квадратичная область (кривые 3, 4). В [8] нами установлено, что на спектральном распределении фотопроводимости монокристаллов MnGaInS₄, начиная с температуры 175 К и выше появляется участок (640 ÷ 720 nm), который связан с примесной фотопроводимостью.

Значит, при низких температурах появление квадратичной области ВАХ не связано с освещением. Механизм переноса носителей тока обусловлен монополярной инжекцией, которую мы обнаружили при исследовании ВАХ в темноте для монокристаллов MnGaInS_4 [5]. Начиная с температуры 212 К квадратичный участок зависимости исчезает и остается почти линейный. Рост тока при повышении температуры связан в основном с освобождением носителей из ловушек, заполнение которых происходило при освещении.

На рис. 2 представлены температурные зависимости электропроводности монокристаллов MnGaInS_4 в темноте (кривая 1) и при освещении инфракрасным светом ($\lambda = 710 \text{ nm}$, кривая 2). В низкотемпературной области проводимость освещаемых монокристаллов MnGaInS_4 значительно выше находящихся в темноте. Температурная зависимость освещаемых монокристаллов электропроводности включает в себя три участка с различной энергией активации: $E_1 = 0.07 \text{ eV}$, $E_2 = 0.20 \text{ eV}$, $E_3 = 0.46 \text{ eV}$; на темновой $\sigma(T)$ — два участка с соответствующими энергиями активации: 0.46; 0.67 eV. Следует отметить, что уровни с энергией 0.46 eV обнаруживаются также из фактора захвата $\theta(T)$ [5]. Этот факт свидетельствует о том, что инжекция и высокотемпературная область зависимости электропроводности освещенных кристаллов обусловлены одними и теми же уровнями.

Таким образом, исследования влияния освещения на ВАХ и $\sigma(T)$ показывают, что „световой“ ток в $10^4 \div 10^5$ раз больше „темнового“. Рост тока при повышении температур связан с освобождением носителей из ловушек, заполнение которых происходило при освещении. Определены энергетические положения уровней.

Список литературы

- [1] Kanomata T., Ido H., Kaneko T. // J. Phys. Japan. 1973. V. 34. N 2. P. 554.
- [2] Бекимбетов Р.Н., Рудь Ю.В., Таиров М.А. // ФТТ. 1987. Т. 21. В. 6. С. 1051–1053.
- [3] Бекимбетов Р.Н., Медведкин Г.А., Прочухан В.Д. и др. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. В. 17. С. 1040–1043.
- [4] Аверкиева Г.К., Бекимбетов Р.Н., Константинова Н.Н. и др. // Неорганические материалы. 1988. Т. 24. № 4. С. 591–594.
- [5] Нифтиев Н.Н., Рустамов А.Г., Тагиев О.Б. // ФТП. 1993. Т. 27. В. 3. С. 386–390.

- [6] *Нифтиев Н.Н., Рустамов А.Г., Тагиев О.Б.* и др. // Оптика и спектроскопия. 1993. Т. 75. В. 2. С. 351–354.
- [7] *Battistoni C., Gastaldi L., Mattagno et al.* // Sol. St. Commun. 1987. V. 61. N 1. P. 43–46.
- [8] *Нифтиев Н.Н., Тагиев О.Б., Нифтиев Г.М.* // Неорганические материалы. 1996. Т. 32. № 3. С. 291–293.