

- [1] Tanji Y. // J. Phys. Soc. Jap. 1971. V. 31. N 5. P. 1366—1373.
 [2] Kollie T. G. // Phys. Rev. B. 1977. V. 16. N 11. P. 4872—4881.
 [3] Wohlfarth E. P. // J. Appl. Phys. 1968. V. 39. N 2. P. 1061—1066.
 [4] Heine V. // Phys. Rev. 1967. V. 153. N 3. P. 673—682.
 [5] Lang N. D., Ehrenreich H. // Phys. Rev. 1968. V. 168. N 2. P. 605—622.
 [6] Kanamori J. // Progr. Theor. Phys. 1963. V. 30. N 3. P. 275—289.
 [7] Wohlfarth E. P. // Phys. Lett. 1969. V. 28A. N 8. P. 569—570.
 [8] Пономарев Б. К., Тиссен В. Г. // ЖЭТФ. 1977. Т. 73. № 1. С. 332—341.
 [9] Ponomarev B. K., Thiessen V. G. // Phys. St. Sol. (b). 1981. V. 104. N 2. P. 427—434.
 [10] Тиссен В. Г. // ФТТ. 1983. Т. 25. № 6. С. 1868—1870.
 [11] Тиссен В. Г. // ФТТ. 1983. Т. 25. № 11. С. 3507—3509.

Институт физики твердого тела
 АН СССР
 Черноголовка
 Московская область

Поступило в Редакцию
 2 октября 1990 г.

УДК 535.375

© Физика твердого тела, том 33, № 3, 1991
 Solid State Physics, vol. 33, N 3, 1991

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ НА ОПТИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$

А. Ю. Кудзин, Г. Х. Соколянский, А. С. Юдин

В монокристаллах силленитов германия и кремния наблюдается явление стимулированной проводимости [1, 2], состоящее в увеличении на несколько порядков их удельной электропроводности вследствие протекания через образец инжекционных токов. Такое состояние сохраняется длительное время и может быть снято прогревом кристалла до 400 °С. Установлено [3, 4], что в состоянии стимулированной проводимости кристаллы обладают повышенной подвижностью как темновых, так и фотогенерированных носителей заряда. Стимулированные кристаллы германосилленита просветляются в длинноволновой области спектра [5]. Анализ причин стимуляции указывает на ее связь с примесными уровнями в запрещенной зоне $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Целью настоящей работы является изучение параметров примесных состояний, ответственных за стимуляцию кристаллов.

Информацию о состоянии примесных уровней может дать одновременное исследование спектров поглощения и кинетики фотоиндуцированной фотопроводимости в длинноволновой области спектра.

Методика исследования кинетики индуцированной проводимости заключалась в следующем: а) образец освещался в течение 20 мин светом с λ_b интенсивностью 3 мкВт/см²; б) на возбужденном образце исследовался процесс установления фототока в постоянном электрическом поле при освещении образца светом с $\lambda > \lambda_b$.

После включения освещения λ наблюдался первоначально резкий рост, а затем более плавное увеличение фототока. Этот фотоиндуцированный фототок сохраняется очень долго (часы и более).

Число фотонов, поглощенных в единице объема образца за время установления стационарного фототока, характеризующее верхнюю границу концентрации поглощающих центров в запрещенной зоне кристалла, может быть оценено из выражения

$$N(h\nu) = I(1 - R - T)t_{\text{ст}}/h\nu V, \quad (1)$$

где I — интенсивность света, i_{ct} — время установления стационарного фототока, V — эффективный объем образца (с учетом роста поглощения в коротковолновой области) R — коэффициент отражения, T — коэффициент пропускания.

Зная $N^1(h\nu)$, можно оценить эффективный квантовый выход

$$\eta_{эф} = J_{\phi}^{t_{ct}} / eVN,$$

где J_{ϕ} — стационарное значение фототока, e — заряд электрона.

Для измерений использовались образцы в форме параллелепипеда размером $0.6 \times 5 \times 10$ мм, на широкие грани которых наносились электроды.

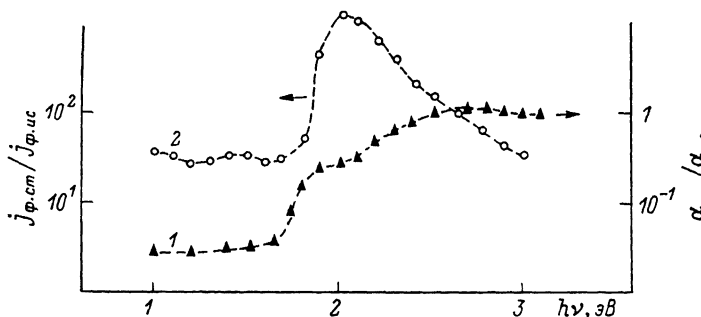


Рис. 1. Спектральные зависимости разности коэффициента поглощения (1) и плотности фототока (2) в стимулированном и исходном образцах $Bi_{12}SiO_{20}$.

Исходные образцы прогревались при температуре $400^\circ C$ в течение 4 ч. В состоянии стимулированной проводимости образцы переводились путем нагрева до $300^\circ C$ с последующим охлаждением до комнатной температуры при приложении постоянного электрического поля 10 кВ/см. В измерениях использовались образцы с проводимостью, увеличенной на три порядка. Свет через образец проходил перпендикулярно приложенному полю (10 кВ/см). Система источник света — монохроматор откалибрована по току накала лампы таким образом, что на всех длинах волн интенсивность излучения была постоянной. Спектры поглощения измерялись на спектрофотометре SPECORD M-40, в спектральном диапазоне 1.0 — 3.2 эВ.

Спектр поглощения прогретых кристаллов $Bi_{12}SiO_{20}$ совпадает с полученным в [6]. При $h\nu < 2.4$ эВ коэффициент поглощения в стимулированном кристалле меньше, чем в исходном (рис. 1, кривая 1), что согласуется с результатами [5]. При $h\nu > 2.4$ эВ зависимости для образцов в обоих состояниях практически совпадают. Спектр поглощения в исследуемом диапазоне сложный и состоит из большого числа индивидуальных составляющих. Для его интерпретации была использована методика разложе-

Параметры индивидуальных составляющих сложного спектрального контура коэффициента поглощения кристаллов $Bi_{12}SiO_{20}$ в исходном состоянии и в состоянии стимулированной проводимости

| Исходный образец | | | Стимулированный образец | | | A_1/A_2 |
|------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|-----------|
| $h\nu_0$, эВ | A_1 , см $^{-1}$ | $\Delta h\nu_{1/2}$, эВ | $h\nu_0$, эВ | A_2 , см $^{-1}$ | $\Delta h\nu_{1/2}$, эВ | |
| 1.33 | 0.35 | 0.40 | — | — | — | — |
| 1.48 | 0.30 | 0.50 | — | — | — | — |
| 1.69 | 0.45 | 0.51 | 1.69 | 0.01 | 0.29 | 45 |
| 1.87 | 0.35 | 0.50 | 1.83 | 0.16 | 0.33 | 2.2 |
| 2.10 | 0.50 | 0.47 | 2.1 | 0.13 | 0.37 | 3.85 |
| 2.27 | 0.60 | 0.40 | 2.27 | 0.30 | 0.33 | 2.0 |
| 2.42 | 0.85 | 0.47 | 2.42 | 0.6 | 0.400 | 1.42 |
| 2.66 | 2.0 | 0.50 | 2.65 | 1.2 | 0.5 | 1.67 |
| 3.2 | 60.00 | 0.58 | 3.2 | 60.0 | 0.58 | 1.0 |

ния на ряд гауссовских пиков [7]. Параметры разложения (положение максимума $h\nu_0$, интенсивность в максимуме A , полуширина $\Delta h\nu_{1/2}$) представлены в таблице.

Стимуляция значительно ослабляет длинноволновые максимумы и практически не сказывается на параметрах пика, примыкающего к краю поглощения.

Спектральная зависимость фототока в исходном образце аналогична полученной в [8]. При вычислении плотности фототока учитывалось уменьшение эффективной площади электрода за счет роста поглощения в коротковолновой области спектра. Фотопроводимость стимулированных кри-

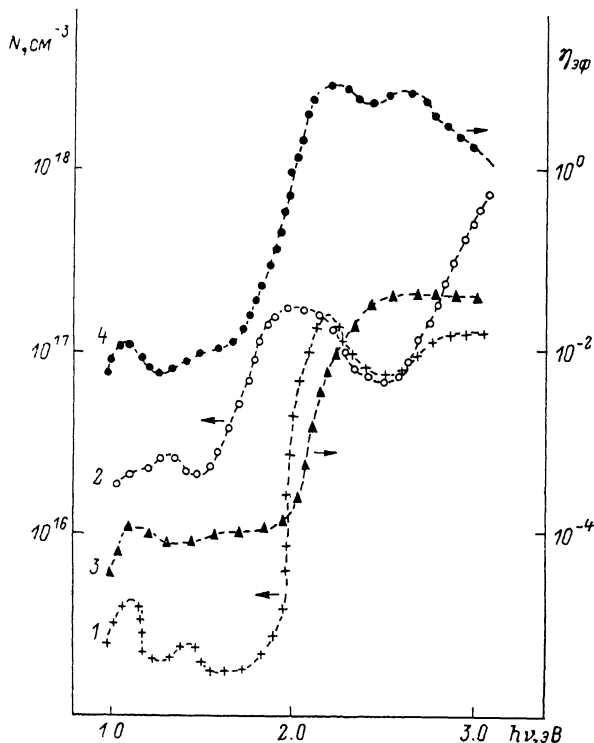


Рис. 2. Концентрация фотоактивных центров (1, 2) и спектральная зависимость квантового выхода (3, 4) кристаллах в $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$.

1, 3 — исходный кристалл; 2, 4 — стимулированный.

сталлов $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ во всем спектральном диапазоне выше, чем исходных. Максимальное приращение фотопроводимости наблюдается при $h\nu = 2.0$ эВ (рис. 1, кривая 2).

Расчитанные по формулам (1) и (2) значения $N(h\nu)$ и $\eta(h\nu)$ приведены на рис. 2. Полученные результаты подтверждают наличие в запрещенной зоне BSO квазинепрерывно распределенных примесных уровней. В спектральном интервале 2.1—2.7 эВ зависимости $N(h\nu)$ для стимулированного и исходного образцов практически совпадают. В этом диапазоне квантовый выход достигает значений больше единицы, что с учетом неоднородного распределения поля в стимулированных образцах [9] может быть связано с наличием инжектированных носителей заряда из электродов [10].

Список литературы

- [1] Гуенок Е. П., Кудзин А. Ю., Соколянский Г. Х. // УФЖ. 1976. Т. 21. № 4. С. 866—867.
- [2] Oberschmid R. // Phys. St. Sol. (a). 1985. V. 89. N 2. P. 657—671.
- [3] Бунина Л. К., Кудзин А. Ю., Соколянский Г. Х. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 1. С. 266—267.

- [4] Агафонов О. В., Кудзин А. Ю., Соколянский Г. Х., Юдин А. С. // Тез. докл. Всес. конф. «Фотоэлектрические явления в полупроводниках». Ташкент, 1989. С. 345.
- [5] Кудзин А. Ю., Соколянский Г. Х., Юдин А. С. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 6. С. 1864—1865.
- [6] Hou S. L., Laner R. B., Aldrich R. E. // J. Appl. Phys. 1973. V. 44. N 6. P. 2652—2658.
- [7] Глебовский Д. Н., Крашенинников А. А., Бедрина М. Е., Зеликман П. И. // ЖПС. 1981. Т. 35. № 3. С. 1816—1818.
- [8] Авраменко В. П., Кудзин А. Ю., Соколянский Г. Х. // ФТТ. 1984. Т. 26. № 2. С. 485—489.
- [9] Авраменко В. П., Кудзин А. Ю., Клименко Л. П., Соколянский Г. Х. Активные диэлектрики. Днепропетровск, 1984. С. 71—82.
- [10] Бьюб Р. Фотопроводимость твердых тел. М., 1962. 558 с.

Днепропетровский государственный университет
им. 300-летия воссоединения Украины с Россией

Поступило в Редакцию
17 октября 1990 г.

© Физика твердого тела, том 33, № 3, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 3, 1991

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ Y_2Fe_{17}

*С. А. Никитин, А. М. Тишин, Ю. И. Спичкин,
П. И. Леонтьев, А. Ф. Островский*

Магнитные свойства интерметаллических соединений редкоземельных металлов с $3d$ -элементами интенсивно исследуются последнее время. Однако влияние изменения такого важного термодинамического параметра, как давление p , на магнетизм данного класса соединений изучено сравнительно слабо. В настоящей работе экспериментально исследовано воздействие всестороннего давления на намагниченность соединения Y_2Fe_{17} .

Кристаллографическая структура соединений R_2Fe_{17} (R — редкая земля) может быть построена на основе гексагональной структуры типа $CaCu_5$ [1]. Соединение Y_2Fe_{17} имеет гексагональную стехиометрию типа Th_2Ni_{17} . Y_2Fe_{17} является ферромагнетиком с точкой Кюри, лежащей в диапазоне температур от $T_c=310$ [2] до 324 К [3]. Магнитные моменты ионов Fe параллельны, лежат в базисной плоскости и близки к моменту чистого Fe. В поле, приложенном вдоль оси C , магнитный момент не насыщается в поле до 40 кЭ [4]. В работах [3–5] магнетизм $Y-Fe$ систем объясняется на основе расчетов плотности состояний. Иттрий является паулевским парамагнетиком и не имеет локализованного $4f$ -момента. Средний магнитный момент соединения Y_2Fe_{17} , вычисленный с использованием экспериментального объема элементарной ячейки, близок к экспериментальному моменту [6]. Величины констант магнитной анизотропии соединения Y_2Fe_{17} определены в [4]. Теория молекулярного поля для описания магнетизма соединений R_2Fe_{17} использовалась в [7].

В данной работе магнитные свойства соединения Y_2Fe_{17} исследовались при атмосферном давлении и давлениях до 1 ГПа в диапазоне температур 78—350 К и магнитных полях до 14 кЭ. Метод измерения удельной намагниченности детально описан в [8]. Образец был приготовлен методом дуговой плавки на медном водоохлаждаемом поду в атмосфере аргона. Фазовый анализ показал, что образец является однофазным и имеет структуру типа Th_2Ni_{17} . Содержание фаз с другими типами структур не превышало 4 %.

Температурные зависимости удельной намагниченности при атмосферном давлении и давлении $P=1$ ГПа представлены на рис. 1. Во всем ис-