

- [7] Голант К. М., Тугушев В. В., Юрин И. М. // ФТТ. 1990. Т. 32. № 7. С. 2100—2110.
 [8] Самохвалов А. А., Гижевский Б. А., Лошкарева Н. Н., Арбузова Т. И., Симонова М. И., Чеботаев Н. М. // ФТТ. Т. 23. № 11. С. 3467—3469.
 [9] Гижевский Б. А., Самохвалов А. А., Костылев В. А., Лошкарева Н. Н., Сухоруков Ю. П., Арбузова Т. И., Чеботаев Н. М. // ФТТ. 1984. Т. 26. № 9. С. 2647—2650.
 [10] Naas C. // Phys. Rev. 1968. V. 168. N 2. P. 531—538.
 [11] Нагаев Э. Л. Физика магнитных полупроводников. М.: Наука, 1979. 432 с.

Московский государственный университет
 им. М. В. Ломоносова

Поступило в Редакцию
 25 сентября 1992 г.

УДК 539.219.3

© Физика твердого тела, том 35, № 3, 1993
 Solid State Physics, vol. 35, N 3, 1993

ДИФФУЗИЯ УГЛЕРОДА В СЕЛЕНИДЕ МЕДИ

В. С. Зотов, В. М. Березин

Графитовые тигли используются для выращивания монокристаллов халькогенидов меди, а графитовые электроды находят применение при исследовании электрофизических и термодинамических свойств этих материалов [1]. В связи с этим исследование диффузии углерода в селениде меди представляет несомненный интерес.

Селенид меди — соединение переменного состава с широкой областью гомогенности — относится к классу суперионных материалов с аномально высокой ионной проводимостью по меди [2].

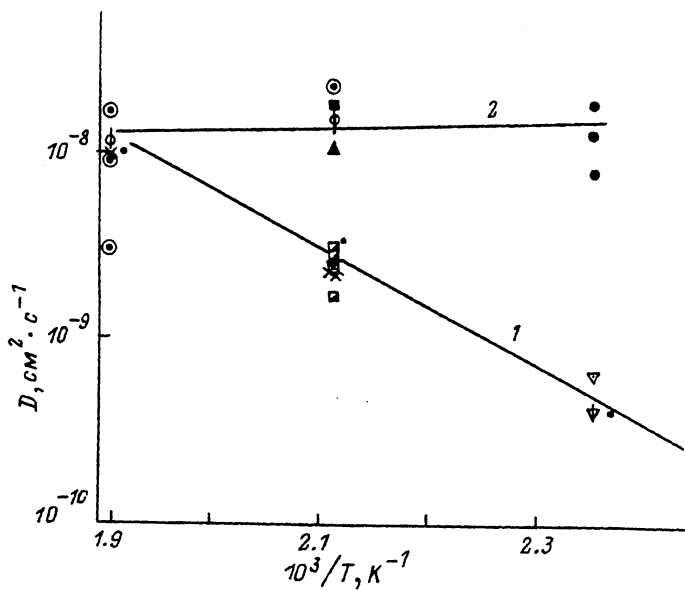
В настоящей работе приводятся результаты исследования диффузии углерода ^{14}C в моно- и поликристаллическом селениде меди. Монокристаллы состава $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$ выращивались методом Бриджмена—Стокбаргера [3]. Выбор состава $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$ обусловлен отсутствием в нем полиморфных превращений [1, 2], что позволяло получать довольно крупные кристаллы (~1 см), из которых выкалывались образцы для исследования диффузии. Аттестация образцов проводилась рентгеновским методом Лауэ. Поскольку вырастить крупные монокристаллы состава, близкого к стехиометрическому, не удалось, то использовались также поликристаллические прессованные образцы состава $\text{Cu}_{1,96}\text{Se}$.

Углерод наносился на плоскую полированную поверхность образца. После отжига образцы подвергались послойному радиометрическому анализу с измерением интегральной активности остатка (метод Грузина [4]). Кривые проникновения обрабатывались по методике [5, 6].

Отжиг образца с нанесенным углеродом проводился при трех различных температурах, соответствующих существованию суперионной α -фазы селенида меди: 425, 475, 523 К. Изменение времени отжига не влияло на величину коэффициента диффузии.

Температурная зависимость коэффициента диффузии углерода в монокристалле $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$ (см. рисунок, кривая 1) может быть описана соотношением

$$D = (5.5 \pm 0.6) \cdot 10^{-6} \exp \left[- \frac{(18 \pm 2) \text{ кДж/моль}}{RT} \right] \text{ см}^2/\text{с.}$$



Примечательно, что энергия активации диффузии углерода в пределах погрешности совпадает с энергией активации диффузии меди, определенной из ионной проводимости и химической диффузии ~ 0.2 эВ [7].

Следует также заметить, что величина предэкспоненциального множителя заметно ниже типичных значений для диффузии примесей в кристаллах. По-видимому, это обусловлено структурной разупорядоченностью в подрешетке меди и наличием широкой области гомогенности в $\text{Cu}_{2-\delta}\text{Se}$, где $0 < \delta < 0.25$ [1, 2]. Известно, что область гомогенности кубического селенида меди допускает размещение в элементарной ячейке от 7 до 8 атомов меди (четыре формульные единицы) [8]. Это позволяет предположить, что углерод диффундирует по подрешетке меди кристалла $\text{Cu}_{1.8}\text{Se}$ по механизму, подобному механизму диффузии меди. Исходя из этого, следует ожидать, что диффузия углерода в селениде меди стехиометрического состава будет существенно затруднена. Измерения на поликристаллических образцах с составом $\text{Cu}_{1.96}\text{Se}$ дали более высокие, чем в монокристалле, значения коэффициента диффузии (кривая 2 на рисунке). Однако независимость (в пределах погрешности) коэффициента диффузии от температуры указывает на отличный от объемного механизм диффузии. В этом случае, по-видимому, доминирует проникновение углерода по границам зерен, микропорам и т. п.

Список литературы

- [1] Ishikawa T., Miyatani S. // J. Phys. Soc. Japan. 1977. V 42. N 1. P. 159—172.
- [2] Горбачев В. В. Полупроводниковые соединения A_2B^{VI} . М.: Металлургия, 1980. С. 32.
- [3] Березин В. М., Демченко Ю. Б., Карих П. И. // Тез. докл. VII Всесоюз. конф. по строению и свойствам металлических и шлаковых расплавов. Т. II. Ч. III. Челябинск, 1990. С. 343—345.
- [4] Грузин П. Л. // Проблемы металловедения и физика металлов. В. III. М.: Металлургияиздат, 1952. С. 201.
- [5] Ананьин В. М., Гладков В. П., Зотов В. С., Скоров Д. М. Диффузионные процессы в бериллии. М.: Энергия, 1981. С. 180.
- [6] Зотов В. С., Николаев М. А. // Расчет коэффициентов диффузии радиоактивных изотопов. Инф. № 297-81 ЦНТИ. Свердловск, 1981. С. 5.

ОСОБЕННОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ В УНИПОЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ ТРИГЛИЦИНСУЛЬФАТА

Л. Н. Камышева, С. Н. Дрождин, О. А. Косарева

Импульсная методика Мерца широко используется для изучения динамических свойств доменов монокристаллов триглицинсульфата (ТГС), так как домены разного знака в этом кристалле не могут наблюдаться поляризационно-оптическим методом. Впервые эта методика была использована для изучения характеристик переключения титаната бария [1] — максимального тока переключения i_{\max} и полного времени переключения τ_s , которое представляют в виде суммы $\tau_s = \tau'_s + \tau''_s$. В первом приближении можно считать, что τ'_s есть время образования зародышей доменов, τ''_s — время торцевого (прямого) и бокового движения доменов.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований переполаризационных свойств кристаллов ТГС с дефектами в виде ионов хрома.

Поскольку процентное содержание примесей в образцах не определялось, то о степени дефектности образцов можно было судить по величине электрического гистерезиса на частоте 500 Гц. Величина поля смещения для разных образцов изменялась в пределах 100—300 В·см⁻¹.

Измерения проводились на частоте 500 Гц в полях, не превышающих ~2000 В·см⁻¹. Для исключения влияния размеров образцов они имели форму прямоугольных пластин с примерно одинаковой площадью 20 мм² и толщиной 1 мм. На образцы наносились серебряные электроды испарением металла в вакууме.

Существование дефектов в кристалле проявляется в асимметрии импульсов тока переключения, отвечающих положительному E^+ и отрицательному E^- направлениям переполаризующего поля, что ранее отмечалось, например, в работах [2, 3]. В некоторых случаях импульс тока содержал несколько максимумов, что обусловлено, по-видимому, тем, что в образцах с дефектами процесс переполаризации осуществляется не плавно, а скачкообразно — в больших областях кристалла, которым отвечают свои значения переполаризующих полей.

Наши первые исследования процессов переключения в ТГС [4] показали, что температурные зависимости параметров переполаризации имеют некоторые особенности, не согласующиеся с общепринятыми представлениями.

Принято считать [5], что поле активации процесса переключения α , связанное с i_{\max} соотношением

$$i_{\max} = i_{\max_0} \exp(-\alpha/E),$$

зависит от температуры так же, как и спонтанная поляризация, т. е. по закону

$$\alpha \sim P_s \sim (T_c - T)^{1/2}.$$