

Из качественных зависимостей, представленных на рис. 2, следует, что при облучении полупроводников электронами или гамма-квантами различных энергий зависимость вероятности аннигиляции генетически связанных V и I от интенсивности облучения может быть различной, например, при $E = E_1$ вероятность аннигиляции уменьшается, а при $E = E_2$ — увеличивается при возрастании J . Отметим, что в разных полупроводниках энергетические спектры V и I различны, однако выбор конкретного спектра зарядовых состояний хотя и повлияет на характер зависимости W от J , но не повлияет на сам вывод о возможном качественном различии в характере зависимости вероятности аннигиляции от интенсивности облучения.

Поскольку температура облучения и уровень легирования полупроводника влияют на зарядовые состояния компонентов пары Френкеля, характер зависимости W от температуры облучения и уровня легирования также может быть различным при разных энергиях облучения.

Далее, положение экстремумов на зависимости W от (E) (рис. 1, кривая 1) будет различным для разных полупроводников, и, следовательно, облучение различных материалов электронами или гамма-лучами одной и той же энергии может приводить к качественному изменению зависимости W от интенсивности и температуры облучения, а также от уровня легирования.

Напомним, что соотношение вероятностей аннигиляции и разделения компонентов пары Френкеля определяет эффективность образования устойчивых при комнатной температуре комплексов, изменяющих параметры полупроводника при его облучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] В. А. Артемьев, В. В. Михнович. О диффузионно-контролируемых скоростях реакций радиационного дефектообразования в полупроводниках, 4630. М. (1987).
- [2] Ш. М. Коган. ФТТ, 5, 2829 (1963).
- [3] В. Л. Инденбом, Е. Б. Логинов, М. А. Осипов. Кристаллография, 26, 1157 (1981).
- [4] В. В. Михнович. Вторичные процессы в облученных легкими частицами полупроводниках кубической симметрии. Докт. дис. ЛГУ, Л. (1991).
- [5] В. В. Емцев, Т. В. Машовец, В. В. Михнович. ФТП, 26, 20 (1992).
- [6] В. В. Михнович, В. В. Емцев, Т. В. Машовец, Н. А. Витовский. ФТТ, 31, 306 (1989).

Редактор В. В. Чалдышев

ФТП, том 27, вып. 4, 1993

УВЕЛИЧЕНИЕ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

К. И. Викулина, В. И. Ирха, И. П. Шнайдер

Учебно-производственный центр при Одесском государственном университете
им. И. И. Мечникова, 270063, Одесса, Украина
(Получено 9.10.1992. Принято к печати 18.11.1992)

Фотопроводимость любого полупроводника пропорциональна эффективному времени жизни генерированных светом носителей τ_e . Увеличивая τ_e , можно значительно улучшить все основные параметры фоторезисторов [1]. Как правило, τ_e в основном определяется скоростью рекомбинации неравновесных носителей на поверхности s , которая больше скорости объемной рекомбинации. Отклоняя движущиеся носители от поверхности, можно увеличить τ_e и фотопроводимость. С этой целью в наших экспериментах полупроводник помещался в магнитное

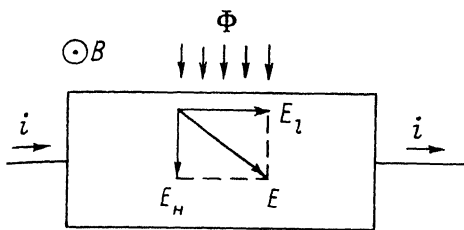


Рис. 1. Структура фоторезистора.

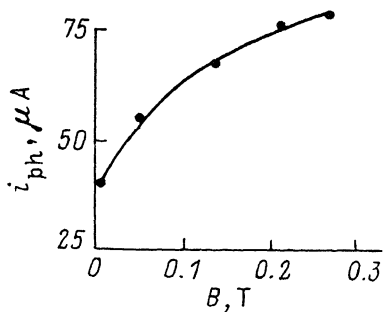


Рис. 2. Зависимость фототока от индукции магнитного поля.

поле, направленное так, чтобы сила Лоренца отклоняла генерированные светом носители заряда от поверхности.

Схема эксперимента показана на рис. 1. Фоторезистор из *n*-германия, близкого к собственному ($\rho = 40 \text{ Ом} \cdot \text{см}$), размерами $1 \times 1 \times 5 \text{ мм}$ помещался в магнитное поле с индукцией *B* и освещался потоком света Φ . При выключенном магнитном поле электрическое поле *E*, направлено вдоль образца, поэтому рекомбинация генерированных светом носителей на верхней грани велика, τ_c и фотопроводимость малы. Включение магнитного поля приводит к отклонению основных носителей (электронов) к нижней грани и возникновению поперечного холловского электрического поля E_H . Это поле отклоняет генерированные светом носители от верхней поверхности образца, что приводит к увеличению τ_c и фотопроводимости.

На рис. 2 показана экспериментальная зависимость фототока при слабой интенсивности света (50 мкВт/см^2) от индукции магнитного поля, направленного согласно рис. 1. Видно, что в относительно небольших магнитных полях фототок увеличивается в 2 раза. Численную оценку этого эффекта можно провести на основе выражения для фототока, полученного в [2],

$$i_{ph} = \frac{i_0}{2 \frac{s\tau_p}{d} + \frac{s^2\tau_p^2}{L^2} + 1}, \quad (1)$$

где τ_p — объемное время жизни неосновных носителей, *L* — их длина диффузионного смещения, *d* — ширина образца в направлении E_H . Формула (1) получена при условии поглощения света на верхней поверхности и при $d < L$, что выполняется в данном случае (видимый свет, $L = 1.5 \text{ мм}$). От величины магнитного поля в этой формуле зависят *L* и *s*. Значение длины диффузионного смещения генерированных светом носителей от верхней поверхности (рис. 1) в глубь полупроводника увеличивается за счет затягивания их холловским электрическим полем E_H . Эффективное значение *s* уменьшается за счет увеличения оттока носителей от поверхности. Экспериментальное измерение величин *L* и *s* в магнитном поле показало, что, действительно, *L* увеличивается в 2—3 раза, а *s* уменьшается (по измерению эффективного времени жизни) почти в 2 раза. Вычисленная при этих условиях зависимость фототока (1) от величины магнитной индукции (через *L* и *s*) хорошо совпадает с экспериментальной.

Исследованный эффект увеличения фототока в магнитном поле может широко использоваться на практике для увеличения чувствительности фоторезисторов.

- [1] И. М. Видулин, В. И. Стафеев. Физика полупроводниковых приборов, 270. М. (1990).
 [2] Р. Смит. Полупроводники, 562. М. (1982).

Редактор Л. В. Шаронова

ФТП, том 27, вып. 4, 1993

ФОТОВОЗБУЖДЕНИЕ МЕЛКИХ АКЦЕПТОРОВ В $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

Д. И. Цыпишка, В. И. Иванов-Омский, Е. И. Георгицэ,
 Л. М. Гуцуляк, К. Е. Мионов

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук,
 194021, Санкт-Петербург, Россия
 (Получено 25.11.1992. Принято к печати 26.11.1992)

В настоящей работе приводятся результаты исследования примесной фотопроводимости (ФП) в магнитном поле эпитаксиальных слоев $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ в дальнем ИК диапазоне ($h\nu = 4\text{--}16$ мэВ) при температурах $2\text{--}6$ К. Слои были выращены методом жидкофазной эпитаксии в замкнутом объеме из теллуровых растворов на ориентированных в направлении (111) подложках CdTe. Образцы специально не легировались, однако, как показали измерения коэффициента Холла, содержали фоновые акцепторы неидентифицированной природы в количестве $N_a - N_d = (9 \pm 1) \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$. Целью работы являлось обнаружение фотовозбуждения мелких акцепторов и наблюдение структуры их основного состояния, обусловленной химическим сдвигом, в этом важном в практическом плане полупроводниковом материале.

Хорошо известно, что фотоэлектрическая спектроскопия акцепторов в таких классических объектах, как германий и кремний, достигла весьма серьезных успехов в диагностике химической природы акцепторов благодаря большому химическому сдвигу их основного состояния [1]. Отсутствие в литературе данных по наблюдению «химического» расщепления основного состояния акцепторов в сплавах $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ можно связать с малой доступностью достаточно совершенного материала, хотя проблема идентификации химической природы акцепторов в этом полупроводнике все еще продолжает оставаться актуальной.

Фотовозбуждение осуществлялось субмиллиметровыми молекулярными лазерами в парах CH_3OH и CH_3OD с оптической накачкой перестраиваемым CO_2 -лазером. Регистрация спектров ФП проводилась в геометрии Фойхта ($q \perp B$, q — волновой вектор излучения) и Фарадея ($q \parallel B$) на фиксированной длине волны лазера при развертке магнитного поля. Были использованы длины волн в диапазоне $90\text{--}170$ мкм наряду с межзонной подсветкой красным He—Ne-лазером.

На рис. 1 приведен спектр ФП образца $p\text{-Cd}_{0.61}\text{Hg}_{0.39}\text{Te}$ (запрещенная зона $E_g = 0.77$ эВ), измеренный на длине волны $\lambda = 118.83$ мкм в геометрии Фойхта при температуре $T = 4.2$ К. На других длинах волн, а также в геометрии Фарадея спектры вполне аналогичны. Нетрудно видеть, что в спектре наблюдается несколько линий, которые в отсутствие межзонной подсветки широки и несимметричны. По мере увеличения интенсивности подсветки наблюдалось увеличение разрешения элементов структуры спектра. Увеличение приложенного к образцу электрического поля приводило к росту интенсивности сигнала. Характер влияния межзонной подсветки и величины приложенного электрического