

2) Отсутствие значительного избыточного тока указывает на то, что в реализованных структурах отсутствуют сверхпроводящие закоротки.

Мы надеемся в дальнейшем уточнить приведенные в конце работы выводы.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Гудков А.Л., Лихарев К.К., Махов В.И. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. № 23. С. 1423-1428.
[2] Бароне А., Патерно Дж. Эффект Джозефсона. М.: Мир, 1984. 639 с.

Поступило в Редакцию
28 декабря 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 6

26 марта 1991 г.

05.2; 07

© 1991

ОСОБЕННОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В СПЛАВАХ $Hg_{1-x}Mn_xTe$ И $Hg_{1-x}Cd_xTe$

Е.И. Георгицэ, В.И. Иванов - Омский,
В.М. Погорлецкий, В.А. Смирнов,
А.Н. Титков

С целью изучения влияния обменного взаимодействия электронов с ионами марганца на релаксацию электронных спинов в настоящей работе изучалась оптическая ориентация в сплаве $Hg_{1-x}Mn_xTe$ ($x=0.23$, $N_A - N_D \sim 3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ при 77 К) и близких по параметрам энергетического спектра сплавов $Hg_{1-x}Cd_xTe$ ($x=0.69$, $N_A - N_D \sim 1.1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, при 77 К); ($x=0.61$, $N_A - N_D \sim 10^{14} \text{ см}^{-3}$ при 77 К) при температуре 4.2 К. Измерялась степень циркулярной поляризации [1] фотолуминесценции, возбуждаемой циркулярно поляризованным излучением лазеров, на длинах волн 1.52 мкм и 1.15 мкм. Энергия кванта возбуждения выбиралась таким образом, чтобы его превышение над величиной запрещенной зоны было минимальным. Плотность возбуждения достигала 10 Вт/см^2 .

На рис. 1 представлены спектры фотолуминесценции для исследованных образцов при 4.2 К в отсутствии магнитного поля. Ранее было показано, что природа наблюдаемых полос фотолуминесценции соответствует излучательной рекомбинации свободных электронов с дырками, находящимися на акцепторах или в валентной

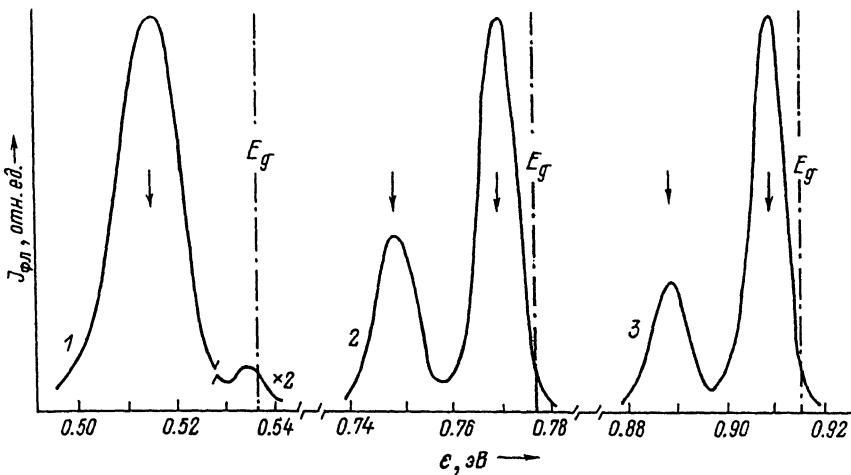


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции сплавов $Hg_{0.31}Cd_{0.69}Te$ (кривая 3), $Hg_{0.39}Cd_{0.61}Te$ (кривая 2) и $Hg_{0.77}Mn_{0.23}Te$ (кривая 1) при температуре 4.2 К.

зоне [2-4]. Значение ширины запрещенной зоны для каждого сплава определялась из спектров фотопроводимости, а состав дополнительно контролировался рентгеноспектральным анализом.

Величина наблюдаемой циркулярной поляризации фотолюминесценции представлена в графе 4 таблицы. Согласно теории [5], отношение времен излучательной рекомбинации (τ) и спиновой релаксации (τ_s) определяется выражением:

$$\frac{\tau}{\tau_s} = \frac{\rho_0 - \rho_z(0)}{\rho_z(0)}, \quad (1)$$

где ρ_0 - максимально возможная степень поляризации при отсутствии спиновой релаксации, задаваемая правилами отбора, для межзонного перехода $\Gamma_8 \rightarrow \Gamma_6$ $\rho_0 \sim 0.25$, $\rho_z(0)$ - степень поляризации фотолюминесценции в отсутствие поперечного магнитного поля. Используя выражение (1) для всех исследованных в данной работе сплавов, оценили отношение (τ / τ_s), величина которого представлена в таблице (графа 5).

На рис. 2 представлена зависимость степени поляризации фотолюминесценции сплавов $Hg_{0.31}Cd_{0.69}Te$ (кривая 1), $Hg_{0.39}Cd_{0.61}Te$ (кривая 2) и $Hg_{0.77}Mn_{0.23}Te$ (кривая 3) от индукции поперечного

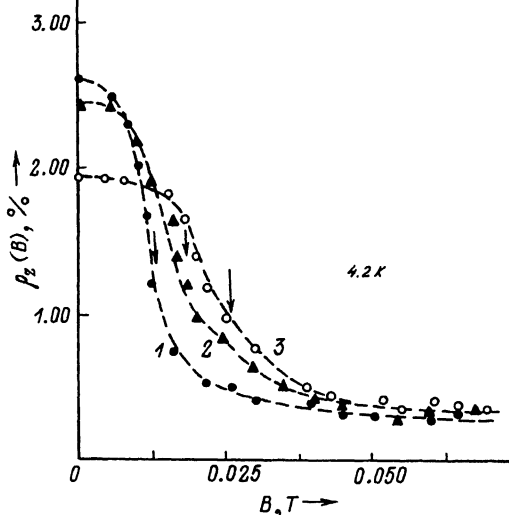


Рис. 2. Зависимость степени циркулярной поляризации фотолуминесценции от индукции поперечного магнитного поля $Hg_{0.31}Cd_{0.69}Te$ (кривая 1), $Hg_{0.39}Cd_{0.61}Te$ (кривая 2) и $Hg_{0.77}Mn_{0.23}Te$ (кривая 3) при температуре 4.2 К.

магнитного поля при температуре 4.2 К. Из представленных на рис. 2 результатов видно, что с увеличением магнитного поля для всех трех сплавов наблюдается деполаризация фотолуминесценции, так называемый эффект Ханле. По кривым деполаризации определены полуширины контура Ханле ($B_{1/2}$), которые представлены в графе 6 таблицы. Полуширина ($B_{1/2}$) контура Ханле, согласно теории [5], позволяет определить время спиновой релаксации, используя выражение

$$\tau_s = \frac{\rho_0}{\rho_0 - \rho_z(0)} \cdot \frac{\hbar}{g_e \mu_B B_{1/2}}, \quad (2)$$

где g_e - g - фактор электрона; μ_B - магнетон Бора; $B_{1/2}$ - полуширина контура Ханле.

В выражении (2) g - фактор определен, исходя из зависимости

$$g = 2 \left[1 - \frac{E_p}{3} \frac{\Delta}{E_g(E_g + \Delta)} \right], \quad (3)$$

где E_g - ширина запрещенной зоны, Δ - энергия спин-орбитального взаимодействия, E_p - энергия взаимодействия с вышележащими зонами.

В случае полумагнитного сплава g - фактор дополнительно определяется выражением учитывающим намагниченность марганцевой подсистемы [6]:

№	Образец, состав	Тип проводимости	Степень поляризации в отсутствие поперечного магнитного поля, $\rho_z(0)$, %	$\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)_{\text{экс}}$	$B_{1/2}$, Т	τ_s , с
1	$Hg_{0.31}Cd_{0.69}Te$	p	2.6	8.6	0.0120	$2.6 \cdot 10^{-10}$
2	$Hg_{0.39}Co_{0.61}Te$	p	2.4	9.4	0.0180	$1 \cdot 10^{-10}$
3	$Hg_{0.77}Mn_{0.23}Te$	p	1.92	12.1	0.0255	$7.8 \cdot 10^{-12}$

$$g_e^* = g_e - \frac{N_0 \alpha \chi \langle S_z \rangle}{\mu_B \cdot B}, \quad (4)$$

где $g_e^* - g_e$ - фактор затравочного спектра, вычисляется по формуле 3, $N_0 \alpha$ - обменный интеграл взаимодействия для электронов, χ - содержание марганца в растворе, $\langle S_z \rangle$ - среднее значение спина ионов марганца, B - магнитное поле.

Используя (2-4), вычислили τ_s . Данные представлены в таблице. Из представленных в таблице данных видно, что обменное взаимодействие в полумагнитных растворах $Hg_{1-x}Mn_xTe$, вызванное присутствием ионов марганца, уменьшает время спиновой релаксации, однако, не столь значительно, чтобы сделать оптическую ориентацию электронов не наблюдаемой.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Екимов А.И., Гарбузов Д.З., Сафиров В.И. // Письма в ЖЭТФ. 1971. Т.13. С. 36.
- [2] Иванов - Омский В.И., Георгице Е.И., Погорлецкий В.М., Смирнов В.А., Пировский Т. // XII Всес. конф. по физике полупроводников, тезисы докладов. Киев, 1990, часть 2. С. 40-41.
- [3] Баженов Н.Л., Гельмонт Б.Л., Иванов - Омский В.И., Ижнин А.И., Смирнов В.А. // ФТП. 1990. Т. 24. В. 1. С. 93-97.
- [4] B i c h a r d R., G u l d n e r Y. and L a v a l a r d P. Phys. of narrow gap semicond. proc. of the III international conf. Warszawa, 1978. P. 245-250.
- [5] Пикус Г.Е., Титков А.Н. В кн.: Оптическая ориентация / Под редакцией Б.П. Захарченя, Ф. Майер, Наука, 1989. С. 63-108.
- [6] B a s t a r d G., R i g a u x C. and G u l d n e r Y. // Phys. Rev. B. 1981. V. 24. N 4. P. 1961.