

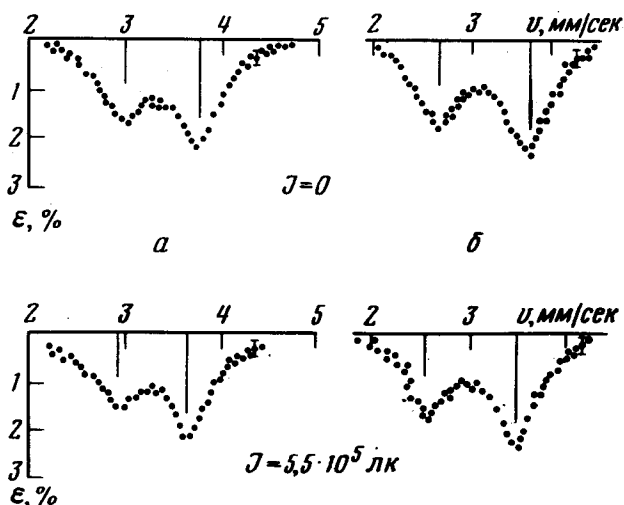
ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Ш.Ш.Башкиров, А.Б.Либерман, В.В.Парфенов
В.И.Синяевский

Проведены мессбауэровские исследования оптически возбужденных монокристаллов полупроводников SnSe и $\text{Pb}_{0,2}\text{Sn}_{0,8}\text{S}$. Впервые показано, что под действием света в обоих образцах происходит заметное увеличение квадрупольного расщепления и уменьшение сдвига мессбауэровской линии.

Параметры мессбауэровских спектров: квадрупольное расщепление ΔE , сдвиг линии поглощения δE — зависят от состояния валентной оболочки мессбауэровского иона, поэтому изменения электронной структуры кристалла могут приводить к изменению параметров мессбауэровских спектров. В работах [1, 2] были высказаны соображения о возможности влияния электромагнитного излучения оптического диапазона на параметры мессбауэровского спектра кристалла. Однако, эксперименты, подтверждающие это явление до сих пор неизвестны.

Удобным объектом для изучения этого вопроса, по нашему мнению, являются полупроводниковые кристаллы с ярко выраженным внутренним фотоэффектом, что позволяет надеяться получить заметные искажения состояния валентной оболочки иона под действием оптического излучения.



Мессбауэровские спектры монокристаллов SnSe (а) и $\text{Pb}_{0,2}\text{Sn}_{0,8}\text{S}$ (б) полученные при различных условиях

Нами проведены мессбауэровские исследования монокристаллов SnSe и $Pb_{0,2}Sn_{0,8}S$, кристаллизующихся в орторомбической решетке типа SnS и обладающих слоистой структурой (пространственная группа P_{cmn}). Исследуемые образцы имеют дырочный тип проводимости с концентрацией носителей при комнатной температуре равной: $8,5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ для SnSe и $2,8 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ для $Pb_{0,2}Sn_{0,8}S$. Максимальное значение коэффициента термоэдс α наблюдается для образца $Pb_{0,2}Sn_{0,8}S$ ($\alpha \approx 660 \text{ мкВ/град}$ при 350К).

Мессбауэровские измерения проводились на пластинках монокристаллов толщиной $20 \pm 5 \text{ мм}$, вырезанных перпендикулярно оси C и наклеенных на бериллиевую подложку толщиной 220 мм . Для каждого образца снимались мессбауэровские спектры в темноте (образец помещался в светонепроницаемый пакет) и при различных освещенностях белым светом. Для получения мессбауэровских спектров использовался спектрометр с постоянным ускорением, созданный на базе анализатора NTA-512В. Изменение скорости движения источника γ -квантов составляло $0,05 \text{ мм/сек}$ на канал, а дрейф скорости не превышал $0,05 \text{ мм/сек}$ за сутки непрерывной работы спектрометра. Источником γ -квантов служил $CaSn^{119m}O_3$ активностью 5 мкюри .

Мессбауэровские спектры образцов показаны на рисунке. Видно, что "темновые" спектры обоих образцов представляют собой квадрупольный дублет, резкая асимметрия которого связана, по-видимому, с угловой зависимостью интенсивностей линий поглощения в монокристаллах с ярко выраженной анизотропией [3]. Отношения площадей под правым и левым пиками в мессбауэровских спектрах обоих образцов, полученные после обработки на ЭВМ, примерно равны и составляют $0,53$ для SnSe и $0,5$ для $Pb_{0,2}Sn_{0,8}S$. Квадрупольное расщепление и сдвиг линий для обоих соединений приведены в таблице.

Параметры мессбауэровских спектров неосвещенных и освещенных образцов монокристаллов полупроводников

Освещение, лк	Соединение			
	SnSe		$Pb_{0,2}Sn_{0,8}S$	
	$\Delta E \pm 0,03$ мм/сек	$\delta \pm 0,02$ мм/сек	$\Delta E \pm 0,03$ мм/сек	$\delta \pm 0,02$ мм/сек
0	0,65	3,53	0,95	3,25
$1,8 \cdot 10^5$	0,71	3,39	0,97	3,14
$5,5 \cdot 10^5$	0,73	3,32	1,00	3,12
$7,0 \cdot 10^5$	0,74	3,29	1,06	3,11

При получении мессбауэровских спектров освещенных образцов, последние во избежание нагрева специально охлаждались потоком холод-

ного воздуха, а их температура контролировалась термопарой, припаянной к поверхности кристалла. При всех освещенностях температура на поверхности образцов не превышала 30 °С.

Параметры мессбауэровских спектров монокристаллов SnSe и $\text{Pb}_{0,2}\text{Sn}_{0,8}\text{S}$ соответствующие различным освещенностям приведены в таблице. Полученные данные показывают, что при увеличении освещенности происходит уменьшение наблюдаемого сдвига линий поглощения с одновременным возрастанием величины квадрупольного расщепления. Из таблицы видно, что изменения квадрупольного расщепления примерно одинаковы для обоих монокристаллов ($\sim 0,1$ мм/сек), в то время как наибольшие изменения сдвига ($\sim 0,2$ мм/сек) наблюдаются для образца SnSe . Для того, чтобы полностью исключить сомнения о возможности изменения параметров спектра за счет нагрева, нами были проделаны специальные температурные измерения. Они показали, что сдвиг δ меняется не более, чем на 0,05 мм/сек на 100°, а изменение квадрупольного расщепления в пределах точности эксперимента отсутствует. Таким образом, наблюдаемые нами изменения параметров мессбауэровских спектров монокристаллов свидетельствуют о том, что под действием оптического излучения происходят переходы электронов из валентной зоны в зону проводимости, вызывающие изменения электронной плотности и симметрии электрического поля на ядре мессбауэровского изотопа.

Обнаруженное явление может оказаться полезным для изучения природы фотоэффекта в полупроводниках.

Авторы глубоко признательны З.М.Латыпову и Н.Р.Файзуллиной за любезно предоставленные нам монокристаллы $\text{Pb}_{0,2}\text{Sn}_{0,8}\text{S}$, впервые синтезированные ими [4].

Казанский
государственный университет
им. В.И.Ульянова-Ленина

Поступила в редакцию
15 марта 1978 г.

Литература

- [1] И.Б.Берсукер, В.А.Коварский. Письма в ЖЭТФ, 2, 286, 1965.
- [2] Ш.Ш.Башкиров, Э.К.Садыков. Письма в ЖЭТФ, 3, 240, 1966.
- [3] Химические применения мессбауэровской спектроскопии. Сб. под ред. В.И.Гольданского, М., изд. Мир, 1968.
- [4] З.М.Латыпов, Н.Р.Файзуллина, В.П.Савельев, Р.Ю.Давлетшин. Известия АН СССР, сер. "Неорганические материалы", 12, 206, 1976.