

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМАГНИТНОГО АЗОТА ПО НЕЭКВИВАЛЕНТНЫМ ПОЗИЦИЯМ В 6H SiC

Е. Н. Калабухова, Н. Н. Кабдин, С. Н. Лукин, Т. Л. Петренко

В работе [1] было проведено исследование спектров ЭПР азота в 6H SiC на радиоспектрометре ЭПР 2-мм диапазона длин волн типа ЭПР 5-04 М. Высокая разрешающая способность спектрометра позволила обнаружить три спектра ЭПР от трех неэквивалентных позиций азота.

В настоящей работе проведено исследование спектров ЭПР азота в образцах 6H SiC с различной степенью компенсации в 2-мм диапазоне длин волн при $T=4.2$ К. На рис. 1 представлены спектры ЭПР азота в 6H SiC при ориентации магнитного поля параллельно главной оси кристалла ($H_0 \parallel c$) образцов с различной степенью компенсации.

Из-за неоднородности материала нам удалось провести только качественное сравнение вида спектра ЭПР азота образцов с различной степенью компенсации. Как видно из рис. 1, $a-e$, при $N_D - N_A > 3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ наблюдаются три спектра $\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2, \mathcal{J}_3$ от двух кубических и одной гексагональной позиций азота. В образцах с $N_D - N_A < 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ (рис. 1, z) наблюдаются лишь два спектра \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 от двух кубических позиций азота.

Относительные интенсивности линий спектров ЭПР $\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2, \mathcal{J}_3$ определялись с учетом ширины и формы компонент спектров и приведены в таблице (для образцов № 1—5). Анализ формы линий показал, что линии

Относительные интенсивности линий спектров ЭПР
от неэквивалентных позиций азота в образцах 6H SiC
с различной степенью компенсации $N_D - N_A$. $T=4.2$ К

\mathcal{J}_i	$N_D - N_A < 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$		$N_D - N_A > 3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
\mathcal{J}_3			0.50	0.80	0.33
\mathcal{J}_2	0.75	0.50	0.95	0.80	0.66
\mathcal{J}_1	1	1	1	1	1

Примечание. За единичную интенсивность принята интенсивность спектра \mathcal{J}_1 .

сверхтонкого взаимодействия (СТВ) трех спектров имеют гауссову форму. В образцах, у которых наблюдаются спектры ЭПР от двух кубических позиций азота, ширина линий СТВ спектра \mathcal{J}_1 в 1.2 раза больше, чем спектра \mathcal{J}_2 . В образцах, у которых наблюдаются три спектра ЭПР азота, ширины линий СТВ от кубических позиций одинаковые и равны $\Delta H = 1.7 \pm 0.1$ Э. Ширина линии от гексагональной позиции равна $\Delta H = 2.5 \pm 0.1$ Э.

Для идентификации спектров ЭПР азота с его уровнями залегания [2, 3] были использованы данные по оптической перезарядке примеси азота межзонным светом.

На рис. 2 представлен спектр ЭПР азота в 6H SiC, снятый на частоте $\nu=37$ ГГц при ориентации магнитного поля, близкой к перпендикулярной главной оси кристалла ($\theta=25^\circ$), при $T=100$ К до и после освещения образца межзонным светом.

Отношение интенсивностей компонент спектров \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 в темноте равно $\mathcal{J}_1 : \mathcal{J}_2 = 1 : 0.75$. На рис. 2 положение линии от гексагональной позиции азота \mathcal{J}_3 при $\theta=25^\circ$ указано стрелкой. Для определения интенсивностей линий спектров \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 проводилось разделение перекрытых

компонент с учетом того, что они имеют одинаковую ширину и гауссову форму. Разделение линий проводилось для третьих компонент спектров \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 , не перекрывающихся с линией от гексагональной позиции азота на частоте 37 ГГц.

При освещении образца межзонным светом интенсивность линии от гексагональной позиции азота значительно возрастает, и она вносит искажение в первую сверхтонкую компоненту спектра \mathcal{J}_2 . Соотношение же интенсивностей компонент спектров \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 изменилось и стало равным

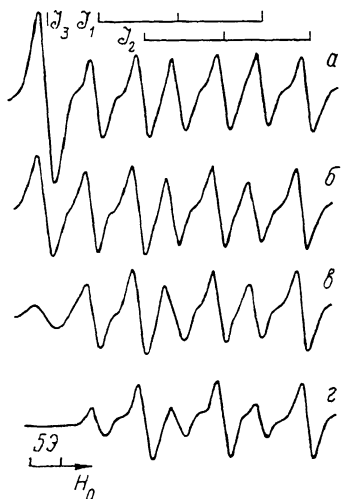


Рис. 1. Вид спектра ЭПР азота в образцах $6H SiC$ с различной степенью компенсации.

$H_0 \parallel c$, $\nu = 132$ ГГц, $T = 4.2$ К. Образцы: а — № 4, б — № 3, в — № 5, г — № 2.

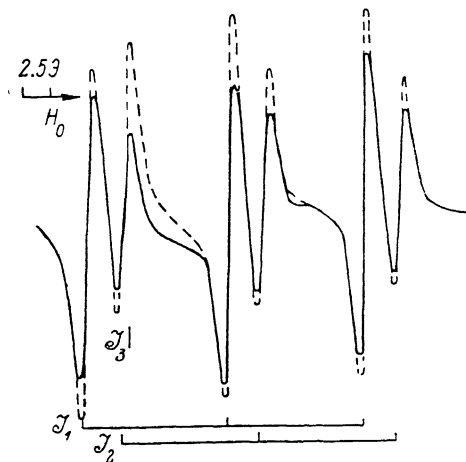


Рис. 2. Спектр ЭПР азота в $6H SiC$. Сплошная линия — темновой, штриховая — при оптической подсветке.

$\mathcal{J}_1 : \mathcal{J}_2 = 1 : 0.9$. При этом интенсивность сверхтонких компонент спектра \mathcal{J}_1 увеличилась в $k_1 = 1.14$ раз, а спектра \mathcal{J}_2 в $k_2 = 1.35$ раз.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что спектру \mathcal{J}_3 соответствует мелкий уровень залегания азота, а из двух спектров \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 от двух кубических позиций азота спектр \mathcal{J}_2 соответствует более мелкому уровню залегания азота, чем \mathcal{J}_1 , в предположении, что сечения захвата электронов у трех мелких уровней донора сравнимы по величине. Вероятность заполнения электронами мелкого уровня азота и появление в спектре ЭПР линии \mathcal{J}_3 зависит от степени компенсации образцов.

Авторы благодарят В. С. Лысого за помощь в проведении экспериментов по оптической перезарядке азота в $6H SiC$.

Л и т е р а т у р а

- [1] Калабухова Е. Н., Кабдин Н. Н., Лукин С. Н. ФТТ, 1987, т. 29, № 8, с. 2532—2533.
- [2] Hamilton R. D., Choyke W. J., Patrick L. Phys. Rev., 1963, vol. 131, N 1, p. 127—133.
- [3] Вакуленко О. В., Гусева О. А. ФТП, 1981, т. 15, № 8, с. 1528—1530.

Институт полупроводников АН УССР
Киев
Донецкий физико-технический институт
АН УССР
Донецк

Поступило в Редакцию
1 марта 1988 г.