

Табл. 2. — Параметры зонной структуры и свойства носителей заряда для важнейших полупроводниковых материалов

Полупроводниковый материал	Тип зонной структуры	ϵ_0 , эВ (300 К)	$\partial \epsilon_0 / \partial T, * 10^{-4}$, эВ·град ⁻¹	$\partial \epsilon_0 / \partial p, * 10^{-4}$, эВ/бар	m в долях m_0 (300 К)		μ , см ² ·В ⁻¹ ·с ⁻¹	
					электроны	дырки	электроны	дырки
Si	непрямозонный	1,14	-4	1,5	0,33	0,55	1500(300К)	480(300К)
Ge	«—»	0,67	-4	5	0,22	0,39	4500—«—»	1900—«—»
A^{III}B^V								
InSb	прямоzonный	0,18	-2,8	14,8(000)	0,013	0,4	80000—«—»	750—«—»
InAs	«—»	0,356	-2,2	8,5(000)	0,025	0,4	1,2·10 ⁴ (77К)	9,1·10 ³ (77К)
InP	«—»	1,35	-2,9	4,6	0,073	0,4	35000(300К)	240(300К)
GaSb	«—»	0,79	-3,8	12	0,042	0,5	5000—«—»	200—«—»
GaAs	«—»	1,43	-5	12,5	0,072	0,68	4000—«—»	1400—«—»
GaP	непрямозонный	2,26	-5,5	1,7	0,35	0,5	8500—«—»	450—«—»
							300—«—»	100—«—»
A^{II}B^{VI}								
ZnS	прямоzonный	3,68	-5,3	5,7	0,23	0,6	170	—
ZnSe	«—»	2,8	-7,2(30—400К)	6	0,16	0,6	260(300К)	15—«—»
ZnTe	«—»	2,25	—	6	0,17	0,6	340—«—»	110—«—»
CdS	«—»	2,42; 2,53	-4,4(77—300К)	3,3	0,2	0,5	350—«—»	50—«—»
CdSe	«—»	1,85	-4,6(90—400К)	—	0,13	0,6	550—«—»	50—«—»
CdTe	«—»	1,55	-4,1(77—394К)	3,0	0,11	0,35	4·10 ⁴ (77К)	80—«—»
HgTe	«—»	0,15	-16(4К)	10	0,017	0,16	1200(300К)	100—«—»
					0,03(4,2К)	0,35	2,3·10 ⁴ —«—»	—
						(4,2К)	7·10 ⁴ (77К)	—

4. Тройные соединения типа A^{IV}B^{IV}C₂. Кристаллизуются в осн. в решётке халькопирита. Обнаруживают упорядочение в магн. и электр. полях. Образуют между собой твёрдые растворы. Типичные представители: CdSnAs₂, CdGeAs₂, ZnSnAs₂.

5. Карбид кремния SiC — единств. соединение, образуемое элементами IV группы между собой; существует в неск. структурных модификациях: β-SiC (структура сфалерита), α-SiC (гексагональная структура), имеющая ок. 15 разновидностей.

Некристаллические полупроводниковые материалы

Типичными представителями являются стеклообразные П. м. — халькогенидные и оксидные. К первым относятся сплавы Tl, P, As, Sb, Bi с S, Se, Te, характеризующиеся широким диапазоном значений σ, низкими темп-рами размягчения, устойчивостью к кислотам и щелочам. Типичные представители: As₂Se₃ — As₂Te₃, Tl₂Se — As₂Se₃. Оксидные стеклообразные П. м. имеют состав типа V₂O₅ — P₂O₅ — RO_x (R — металл I — IV групп); σ = 10⁻⁴ — 10⁻⁸ Ом⁻¹·см⁻¹. Стеклообразные П. м. имеют электронную проводимость, обнаруживают фотопроводимость и термоэдс. При медленном охлаждении обычно превращаются в кристаллич. П. м.

Важными некристаллич. П. м. являются также твёрдые растворы водорода в аморфных полупроводниках (гидрированные некристаллич. П. м.): α-Si(H), α-Si_{1-x}C_x(H), α-Si_{1-x}Ge_x(H), α-Si_{1-x}N_x(H), α-Si_{1-x}Sr_x(H). Водород обладает высокой растворимостью в этих П. м. и замыкает на себя значит. кол-во «болтающихся» связей, характерных для аморфных П. м. В результате резко снижается плотность состояний носителей заряда в запрещённой зоне и появляется возможность создания p — n-переходов (см. Аморфные и стеклообразные полупроводники).

Свойства полупроводниковых материалов

Осн. физ.-хим. свойства важнейших П. м. представлены в табл. 1 и 2.

Прослеживаются следующие общие закономерности в изменении свойств. С увеличением энергии связи между атомами уменьшается период кристаллич. решётки a, возрастают темп-ра плавления T_{пл} и ширина запрещённой зоны ε_g. С увеличением молекулярной (атомной) массы период кристаллич. решётки a возрастает,

T_{пл} и ε_g уменьшаются. Нагрев П. м. приводит к увеличению a; внеш. давление p вызывает уменьшение a. При этом соотв. уменьшаются или увеличиваются энергия связи между атомами и ширина запрещённой зоны ε_g (табл. 1).

Зонная структура. В большинстве практически важных П. м. валентные зоны имеют сходное строение. Они вырождены и состоят из зоны тяжёлых дырок v_T, зоны лёгких дырок v_L и спинвоотщеплённой зоны v_S (рис. 1). Все зоны имеют максимум в центре Бриллю-

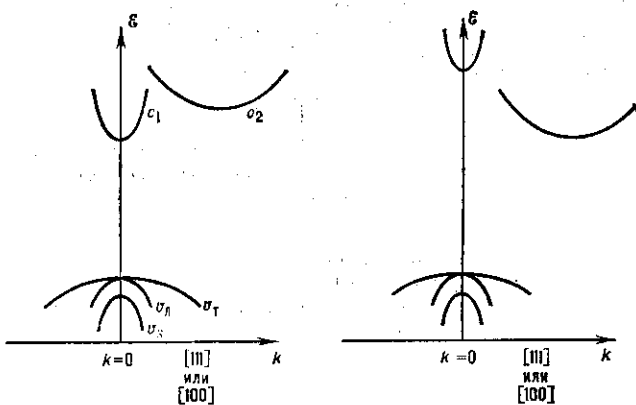


Рис. 1. Зонная структура: слева — прямоzonных полупроводниковых материалов; справа — непрямозонных.

она зоны (k = 0). Перенос носителей в П. м. с дырочной проводимостью определяется дырками первых 2 зон, эфф. массы k-рых приведены в табл. 2 (см. Зонная теория).

В зоне проводимости, помимо минимума в центре Бриллюэна зоны (k = 0), есть побочные минимумы, располагающиеся вдоль кристаллографич. направлений [100] или [111]. Электроны в центр. минимуме c₁ имеют высокую подвижность μ и малую эфф. массу m, в побочных минимумах — низкую подвижность и большую m. Если энергетически наиб. низким является минимум в центре Бриллюэна зоны, то такие П. м. наз. «прямоzonными». П. м., где энергетически наиб. низкими являются минимумы в направленных