

08

Полупроводниковые материалы

Проводящие подложки и эпитаксиальные структуры карбида кремния (SiC)

Полуизолирующие подложки карбида кремния (SiC) и эпитаксиальные структуры нитридов III группы на SiC-подложках

Эпитаксиальные структуры нитридов III группы на подложках из сапфира (Al_2O_3)



Проводящие подложки и эпитаксиальные структуры карбида кремния (SiC)



Особенности

4H SiC-подложки n- и p-типа и 6H SiC-подложки n-типа

SiC-эпитаксиальные структуры n- и p-типа

Диаметры пластин:

- 4H SiC n-типа – 2" (50,8 мм), 3" (76,2 мм), 4" (100,0 мм) и 6" (150,0 мм)
- 4H SiC p-типа – 3" (76,2 мм)
- 6H SiC n-типа – 2" (50,8 мм)

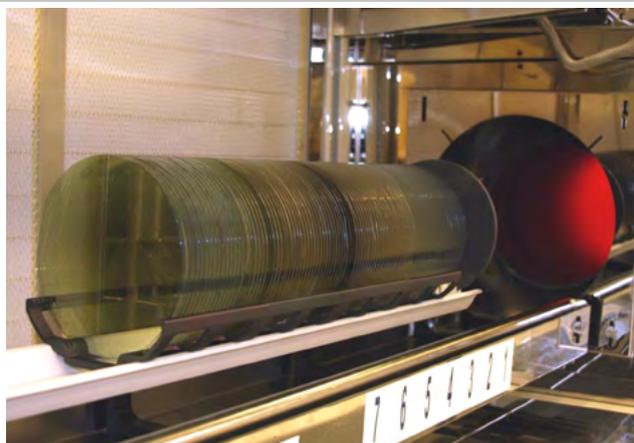
Ширина запрещенной зоны:

- 4H SiC – 3,26 эВ
- 6H SiC – 3,05 эВ

Гексагональная кристаллическая структура

Параметры кристаллической решетки SiC:

- a=3,073 Å
- c=10,053 Å



Высокая теплопроводность SiC (@ 300 K):

- a ~ 4,2 Вт/см • К
- c ~ 3,7 Вт/см • К

Коэффициент теплового расширения (КТР) SiC:

- 4...5 • 10⁻⁶ K⁻¹

Диэлектрическая проницаемость:

- 4H SiC – 9,60
- 6H SiC – 9,66

Показатель преломления:

- 4H SiC – n_o = 2,719; n_e = 2,777
- 6H SiC – n_o = 2,707; n_e = 2,755

Подвижность электронов:

- 4H SiC – 800 см²/В • с
- 6H SiC – 400 см²/В • с

Подвижность дырок:

- 4H SiC – 115 см²/В • с
- 6H SiC – 90 см²/В • с

Твердость по шкале Мооса:

- ~9

Области применения

- Оптоэлектронные приборы
- Силовая электроника
- Корректоры коэффициента мощности
- Инверторы для солнечных батарей
- Промышленные электроприводы

Основные характеристики подложек

Политип	Диаметр, " (мм)	Тип проводимости	Ориентация	Плотность дислокаций (micropipes), см ⁻²	Удельное сопротивление, Ом•см	Толщина, мкм
4H	2 (50,8)	n	On-axis	≤ 1	0,012–0,028	250
			4° Off-axis	≤ 10		
	3 (76,2)	n	On-axis	≤ 1	0,013–2,000	330
			4° Off-axis	≤ 10		
		8° Off-axis	≤ 15	0,015–0,028	430	
	p	8° Off-axis	n/a	≤ 2,5	TBD	
4 (100,0)	n	On-axis	≤ 1	0,013–2,000	350	
		4° Off-axis	≤ 5			
6 (150,0)	n	On-axis	≤ 1	0,015–0,028	350	
		4° Off-axis	≤ 5			
6H	2 (50,8)	n	On-axis	≤ 1	0,020–0,100	250
			4° Off-axis	≤ 10		



Полуизолирующие подложки карбида кремния (SiC) и эпитаксиальные структуры нитридов III группы на SiC-подложках

Особенности

Полуизолирующие (HPIS) 4H SiC и 6H SiC подложки
Эпитаксиальные структуры нитрида галлия (GaN) и его твердых растворов
Диаметры пластин:

- 4H-HPIS SiC – 3" (76,2 мм), 4" (100,0 мм) и 6" (150,0 мм)
- 6H-HPIS SiC – 2" (50,8 мм), 3" (76,2 мм), 4" (100,0 мм)

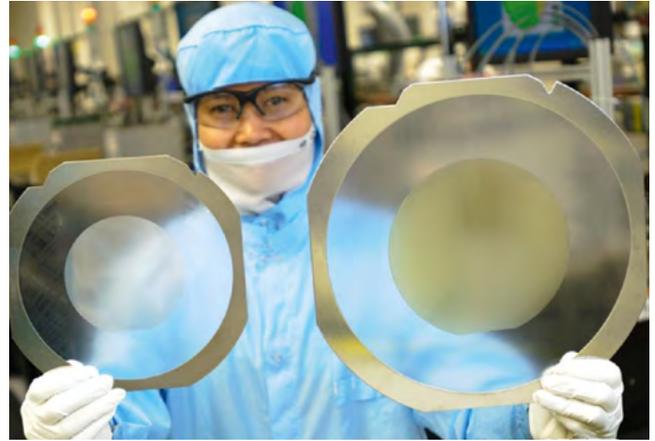
Ширина запрещенной зоны:

- 4H SiC – 3,26 эВ
- 6H SiC – 3,05 эВ

Гексагональная кристаллическая структура

Параметры кристаллической решетки SiC:

- a=3,073 Å
- c=10,053 Å



Высокая теплопроводность SiC (@ 300 K):

- a ~ 4,9 Вт/см • К
- c ~ 3,9 Вт/см • К

Коэффициент теплового расширения (КТР) SiC:

- 4...5 • 10⁻⁶ К⁻¹

Диэлектрическая проницаемость:

- 4H SiC – 9,60
- 6H SiC – 9,66

Показатель преломления:

- 4H SiC – n_o = 2,719; n_e = 2,777
- 6H SiC – n_o = 2,707; n_e = 2,755

Твердость по шкале Мооса:

- ~9

Концентрация носителей в структуре GaN:

- n-тип – 1E16 см⁻³
- p-тип – 5E16 to 5E17 см⁻³

Подвижность электронов в НЕМТ (ВПЭ) структуре GaN:

- ≥ 1600 см²/В • с

Области применения

- СВЧ-электроника
- Силовая электроника

Основные характеристики подложек

Политип	Диаметр, " (мм)	Ориентация	Плотность дислокаций (micropipes), см ⁻²	Удельное сопротивление, Ом•см	Толщина, мкм
4H	3 (76,2)	On-axis 4° Off-axis 8° Off-axis	n/a	≥ 1E5	350 430 500
	4 (100,0)	On-axis	n/a	≥ 1E5	500
	6 (150,0)	On-axis	n/a	≥ 1E5	350 500
6H	2 (50,8)	On-axis 4° Off-axis	n/a	≥ 1E5	250 330 430

Основные характеристики структур

Слой	Материал	Толщина	Содержание
Эпитаксиальный	Al _x In _y Ga _{1-x-y} N	0,001 ... 10,0 мкм (GaN) 0,2 нм ... 1,0 мкм (AlN) 0,001 мкм ... 3,0 мкм (Al _x In _y Ga _{1-x-y} N) 10,0 нм ... 250,0 нм SiN (Верхний слой)	0 ≤ x ≤ 0,4 0 ≤ y ≤ 0,2
Барьерный	AlGaIn	~ 3 мкм	~ 25 (Al)



Эпитаксиальные структуры нитридов III группы на подложках из сапфира (Al₂O₃)



Особенности

Изолирующие Al₂O₃-подложки

Эпитаксиальные структуры нитрида галлия (GaN) и его твердых растворов

Диаметры пластин:

- 2" (50,8 мм), 3" (76,2 мм), 4" (100,0 мм)

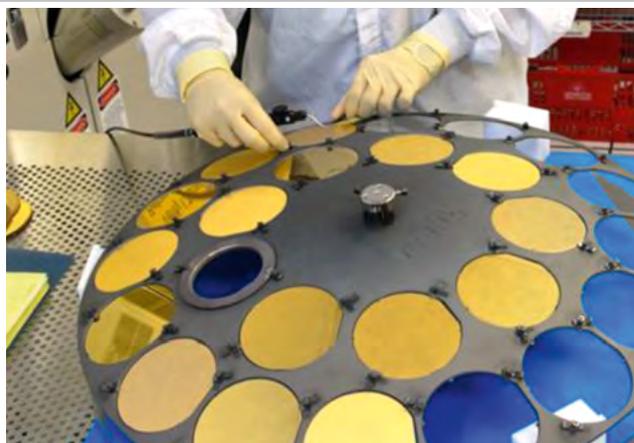
Ширина запрещенной зоны (@ 300 К):

- 3,4 эВ

Гексагональная кристаллическая структура

Параметры кристаллической решетки:

- a=3,190 Å
- b= 5,190 Å



Высокая теплопроводность (@ 300 К):

- 1,3 Вт/см • К

Коэффициент теплового расширения (КТР):

- 4...5 • 10⁻⁶ К⁻¹

Диэлектрическая проницаемость:

- 12,2

Показатель преломления:

- n = 2,29

Подвижность электронов:

- 1000 см²/В • с

Области применения

- Оптоэлектронные приборы
- СВЧ-электроника
- Силовая электроника

Основные характеристики структур

Слой	Материал	Толщина, нм	Содержание, %	Легирование	Диаметр пластины, " (мм)
Верхний	GaN	2	100	Есть/нет	2 (50,8), 3 (76,2), 4 (100,0)
Барьерный	AlGaN	~ 20	~ 25 (Al)	–	
Канал	GaN	~ 300	100	–	
Буферный	GaN	1000...4000	100	С	