

С. Е. АЛЕКСАНДРОВ
Ф. Ф. ГРЕКОВ

Научная библиотека

БНТУ

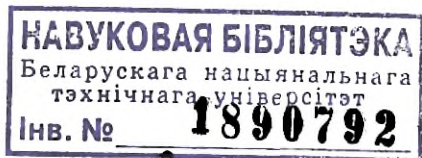


* 8 0 1 2 5 6 3 2 0 *

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Издание второе, исправленное



194(3)

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2022



ОГЛАВЛЕНИЕ

Список принятых сокращений	5
Введение	6
1. Глубокая очистка исходных веществ	8
1.1. Кремний	8
1.1.1. Обзор свойств кремния	8
1.1.2. Получение хлоридов кремния	13
1.1.3. Очистка хлоридов методом частичного гидролиза	16
1.1.4. Очистка тетрахлорида кремния и ТХС ректификацией	17
1.1.5. Получение кремния восстановлением хлоридов	18
1.1.6. Силановый метод получения кремния	24
1.1.7. Иодидный метод очистки кремния	26
1.1.8. Очистка кремния кристаллизационными методами	27
1.2. Германий	30
1.2.1. Обзор свойств германия	30
1.2.2. Источники германия	34
1.2.3. Получение и глубокая очистка тетрахлорида германия	36
1.2.4. Получение и восстановление оксида германия	40
1.2.5. Кристаллизационная очистка германия	43
1.3. Алюминий	45
1.3.1. Обзор важнейших свойств алюминия	45
1.3.2. Электролитическое рафинирование алюминия	47
1.3.3. Зонная очистка алюминия	50
1.3.4. Очистка алюминия дистилляцией через субгалогениды	55

1.4. Галлий	60
1.4.1. Свойства галлия	60
1.4.2. Источники галлия	63
1.4.3. Хлоридные методы	68
1.4.4. Электролитическое рафинирование	70
1.4.5. Кристаллизационные методы	74
1.4.6. Катодное распыление поверхности	77
1.4.7. Вакуумная прокатка	78
1.5. Индий	79
1.5.1. Свойства индия	79
1.5.2. Источники индия	81
1.5.3. Предварительное рафинирование	85
1.5.4. Электролитические методы очистки индия	86
1.5.5. Плавка под экстрагирующим флюсом	91
1.5.6. Дистилляционные методы	93
1.5.7. Кристаллизационные методы	94
1.6. Фосфор	96
1.6.1. Свойства фосфора	96
1.6.2. Химические методы очистки свободного фосфора	100
1.6.3. Гидридный метод	104
1.6.4. Очистка на геттере-экстрагенте	109
1.7. Мышьяк	109
1.7.1. Обзор физико-химических свойств мышьяка	109
1.7.2. Химико-металлургические методы очистки мышьяка	117
1.7.3. Сублимационные методы	123
1.7.4. Хемосорбционный метод	125
1.7.5. Направленная кристаллизация	128
2. Синтез полупроводниковых соединений	132
2.1. О классификации методов синтеза	132
2.2. Роль диаграммы состояния при разработке режима синтеза	133
2.3. Синтез сплава нелетучих компонентов	134
2.4. Синтез сплавов, содержащих летучий компонент	138
2.4.1. О трехмерных $P-T$ -х диаграммах состояния	138
2.4.2. Стехиометрический синтез арсенида галлия	141
2.4.3. Синтез фосфидов галлия и индия	147
2.4.4. Синтез соединений из раствора-расплава	149
2.4.5. Общие особенности синтеза сплавлением	151
2.5. О диаграммах состояния нитридных систем	152

2.6. Автокапиллярный механизм взаимодействия	154
2.7. Взаимодействие газа с твердой дисперсной фазой	165
2.8. Газофазный синтез	175
2.9. Косвенные методы синтеза	180
2.10. Синтез метастабильных фаз	185
3. Технология монокристаллов	194
3.1. О классификации методов выращивания монокристаллов	194
3.2. Выращивание монокристаллов из расплава	195
3.3. Состояние расплава. Роль диаграммы состояния	196
3.4. Материал контейнера	199
3.5. Метод Киропулоса	201
3.6. Метод Бриджмена — Стокбаргера	202
3.7. Метод Чохральского	205
3.7.1. Общая характеристика и разновидности метода	205
3.7.2. Тепловой режим. Влияние технологических параметров на геометрию кристалла	207
3.7.3. Распределение примесей по кристаллу	210
3.7.4. Дефекты кристаллического строения	217
3.7.5. Выращивание кристаллов разлагающихся соединений	219
3.7.6. Формообразование в методе Чохральского	221
3.8. Выращивание монокристаллов методом бестигельной зонной плавки	223
3.9. Метод Вернейля	225
Библиографический список	227