

Метод молекулярно-пучковой эпитаксии

Виноградов И.Д. Понур К.А. Шиков А.П.

Радиофизический факультет ННГУ, 430 группа

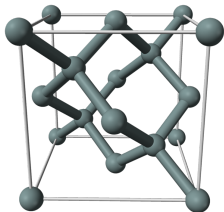
Нижний Новгород, 2018

Определение эпитаксии

Эпитаксия - это закономерное нарастание одного кристаллического материала на другой, т.е. ориентированный рост одного кристалла на поверхности другого.

Авто(гомо)эпитаксия

Материалы осаждаемого слоя и подложки идентичны, или имеют одинаковую кристаллическую решетку



Решетка германия и кремния

Гетероэпитаксия

Материалы осаждаемого слоя и подложки различны



Рутил на гематите

Область применения

Эпитаксия является одним из базовых процессов технологии изготовления полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Преимущества эпитаксиальной технологии

- 1 Широкая область изменения уровня и профиля легирования
- 2 Возможность изменения типа проводимости выращиваемых эпитаксиальных слоев
- 3 Возможность проведения роста при температурах меньших, чем температура роста монокристалла
- 4 Возможность нанесения слоя как на большие площади, так и локально
- 5 Рост соединений со сложным, контролируемым составом

Методы эпитаксиального роста

Существует три основных метода эпитаксиального роста:

Жидкофазная, газофазная и молекулярно-пучковая эпитаксия.

Жидкофазная: Монокристаллические слои получают из контактирующей с подложкой перенасыщенных жидких растворов.

Недостатки: Сложности контроля параметров получаемых пленок, низкое качество.

Газофазная: Вещество, необходимое для роста поступает к подложке в составе химического соединения, с выделением при разложении (обычно термическом) вещества, необходимого для роста эпитаксиальной пленки.

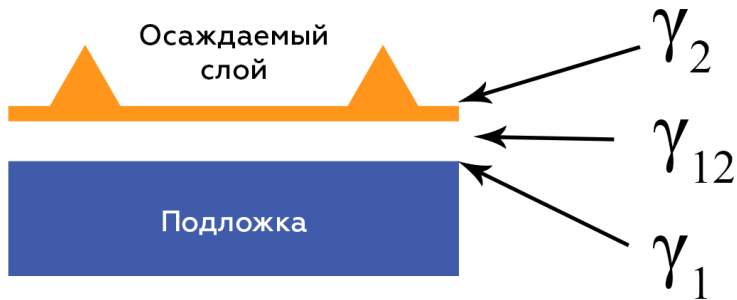
Достоинства: Высокая скорость роста, высокая производительность.

Недостатки: Токсичность, зависимость скорости роста от температуры подложки.

Молекулярно-лучевая: Хим. элементы, необходимые для роста поступают на подложку в виде молекулярных пучков этих элементов.

Достоинства: Возможность роста при пониженных температурах,

Механизмы гетероэпитаксиального роста

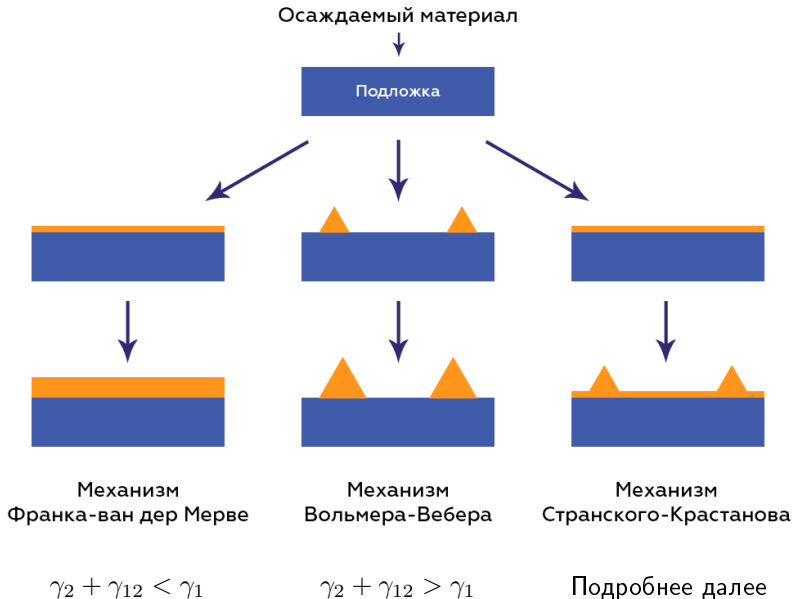


γ_1 - Энергия поверхности подложки

γ_{12} - Энергия границы раздела

γ_2 - Энергия поверхности осаждаемого материала

Механизмы гетероэпитаксиального роста



Механизм Странски-Крастанова

Осаждаемый материал



Механизм
Странского-Крастанова

Такой механизм имеет место, когда межатомное расстояние в решетке осаждаемого материала больше, чем в решетке подложки

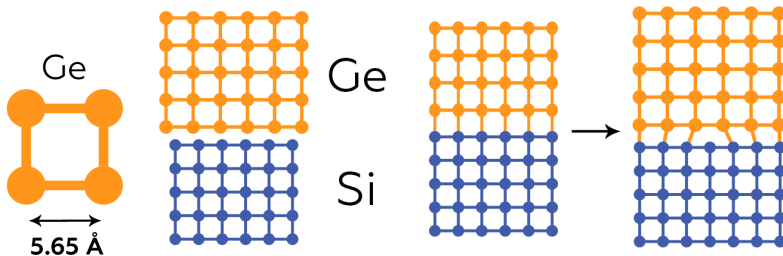
На начальных этапах выполняется

$$\gamma_2 + \gamma_{12} < \gamma_1$$

и образуется "смачивающий" слой, приводящий к уменьшению суммарной энергии системы. С определенной толщины энергия упругих напряжений увеличивается, увеличивая общую энергию системы, из-за чего происходит релаксация упругой энергии.

Механизмы релаксации упругих напряжений

"Классический" механизм дислокаций несоответствия



"Когерентный" рост по механизму Странского-Крастанова

