

Получение технического камня из паро-газовой фазы

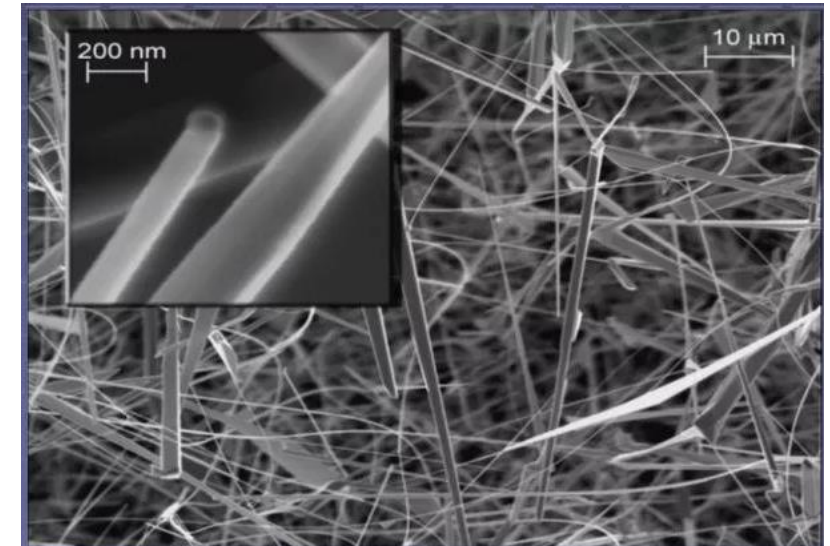
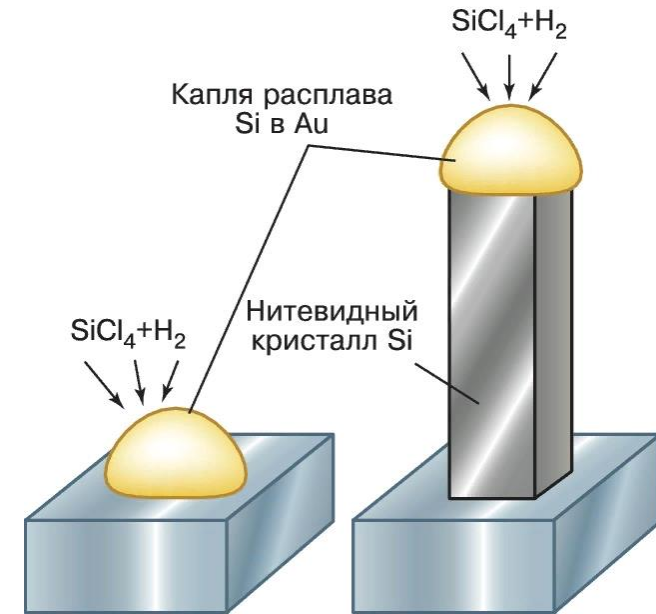
ИЗ ПАРОГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПОЛУЧАЮТ:

- Правильно ограненные монокристаллы
- Нитевидные кристаллы
- Пластинчатые кристаллы
- Эпитаксиальные моно- и поликристаллические пленки
- Ультрадисперсные порошки

Проведение процесса в герметичных сосудах с регулируемым парциальным давлением газообразных компонентов.

Аналогичные процессы в природе с участием флюидной фазы.

Газовая (флюидная) фаза наиболее мобильна – транспортирующие свойства.



ПЕРЕВОД ВЕЩЕСТВА В ПАР (по данным А.Н. Несмеянова, Н.Э. Хандрамировой):

1. Простое испарение с образованием в газовой среде молекул, соответствующих составу конденсированной фазы;
2. Испарение, сопровождающееся диссоциацией молекул или изменением валентности ионов;
3. Испарение с образованием ассоциированных полимерных молекул.

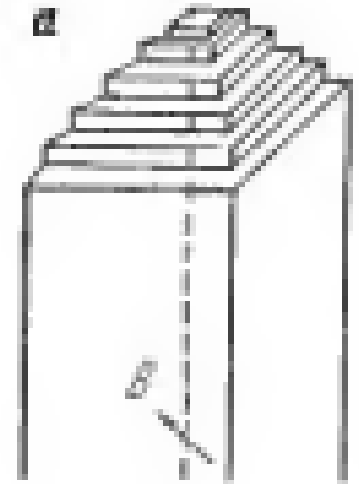
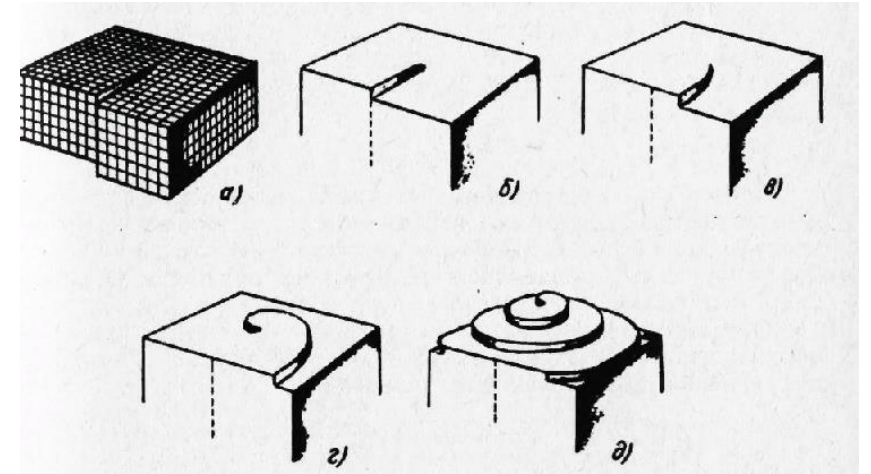
Скорость роста кристаллов не более нескольких десятков мкм в час:

- Давление паров (удельная объемная плотность газовой фазы)
- Степень пересыщения
- Скорость массопереноса
- Механизм роста

Механизм конденсации (образования твердой фазы):

1. Непосредственный переход пара в кристалл (механизм П → К, испарение → конденсация)
2. Конденсация пара сначала в жидкую фазу, затем ее затвердевание в кристалл (механизм П → Ж → К)

Рост нитевидного кристалла – диффузионно-дислокационный механизм: непрерывное диффузионное отложение вещества из пара на ступени дислокации и перемещение ее по спирали («закручивание») в направлении ее оси.



Модификации синтеза минерального вещества из парогазовой фазы:

1. Метод сублимации – конденсации
2. Химические реакции в газовой фазе
3. Способ транспортных реакций

Метод сублимации – конденсации:

- Превращение исходного вещества в пар, минуя жидкое состояние, конденсация в твердую фазу.
- Циклический физический процесс Тв → Пар → Тв
- Обычно нет химических реакций

Получение кристаллов высокой чистоты, легирование путем введения компонентов в парообразном состоянии:

- Чистые кристаллы йода, серы, мышьяка, кадмия, фосфора, цинка, магния и др. металлов
- Летучие соединения – оксидов (цинкит ZnO), арсенидов (AsS), сульфидов (ZnS , CdS и др.)
- Тугоплавкие соединения (реже) – нитевидные кристаллы графита (температура возгонки >2000 °C) и карбида кремния.

!Недостаток метода – применение только для относительно летучих веществ с высокой упругостью пара.

Метод химических реакций

Применяется для синтеза нитевидных, пластинчатых кристаллов, аморфных и кристаллических пленок и покрытий на различных материалах.

Продукты синтеза значительно отличаются по составу от парогазовой фазы.

В основе метода

- Окислительные, восстановительные и др. химические реакции между реагентами в парогазовом состоянии
- Взаимодействие газа с твердым веществом.

Парогазовое химическое осаждение

Способ транспортных реакций – модификация химического парофазового синтеза:

1. Химические реакции носят обратимый характер
2. Продукты взаимодействия исходных компонентов с транспортирующим газообразным веществом находятся в мобильной парогазовой фазе
3. Газообразные продукты реакции в определенном участке технологической системы диссоциируют с выделением кристаллической фазы.

Применяют для получения полупроводниковых пленок германия, кремния, нитевидных кристаллов тугоплавких металлов, оксидов.

Транспортирующий газовый реагент – летучие галогены, хлористый водород, йодистый водород, сероводород, монооксид углерода и др.

Пример газотранспортных реакций.

Эпитаксия из газовой фазы.

Это процесс выращивания тонких (1 нм-100 мкм) монокристаллических слоев (эпитаксиальные) на монокристаллических подложках.

Материал подложки – затравочный кристалл:

- материал слоя и подложки идентичны – процесс автоэпитаксиальный или гомоэпитаксиальный
- материал слоя и подложки разные – процесс гетероэпитаксиальный.

Эпитаксиальное выращивание кремния из парогазовой фазы проводят в реакторе из стеклообразного кварца, подложка – кремниевая пластина с возможностью подогрева.

Температура процесса 900-1250 °С.

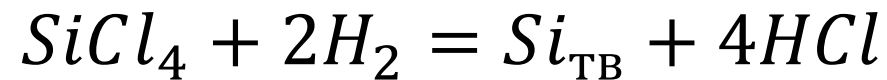


Схема реактора для эпитаксии из парогазовой смеси.

1. держатель
2. кремниевая пластина
3. пленка.

Используется один из четырех кремнесодержащих реагентов:

SiCl_4 – тетрахлорид кремния, SiHCl_3 – трихлорсилан, SiH_2Cl_2 – дихлорсилан, SiH_4 – силан.



Газ разлагается на поверхности пластины, атомы кремния осаждаются на нее.

Разложение кремнесодержащих компонентов происходит пиролитически – за счет нагревания до требуемой температуры.

Все вещества, поступающие в реактор – газы.

