



Рис. 2. Выращивание монокристалла из раствора: а — метод испарения растворителя; б — метод «подпитки»; в, г — метод температурного градиента. 1 — раствор; 2 — монокристалл; 3 — порошок; 4 — нагреватель.

М. в. из газовой среды осуществляется возгонкой вещества и его конденсацией на охлажденную затравку. Используются также хим. реакции (при транспорте вещества к зоне роста, его разложении или синтезе на затравке). Выращивание осуществляется либо в герметич. контейнере, вдоль к-рого создаётся градиент T , либо в потоке газа. Для получения *нитевидных кристаллов* на поверхность затравки наносят капли растворителя, из к-рого кристаллизация идёт быстрее, чем из пара.

При **М. в. из поликристаллического образца** последний выдерживают при высокой T для перекристаллизации мелких кристаллич. зёрен в крупные (рекристаллизация). Если вещество имеет полиморфные модификации (см. *Полиморфизм*), то монокристаллы низкотемпературной фазы можно получить, охлаждая кристаллы в определ. температурном поле.

В виде монокристаллов выращивают множество веществ. В наиб. кол-вах производятся Si, Ge (метод Чохральского), кварц (гидротермальный метод), щёлочно-галлоидные соединения (метод Киропулоса), корунд с разл. примесями (методы Вернейля, Чохральского и направленной кристаллизации), $Y_3Al_5O_{12}$ с примесью Nd (методы Чохральского и направленной кристаллизации), $LiNbO_3$, $LiTaO_3$ (метод Чохральского), $K(H_2D)_2PO_4$ (снижение T и «подпитка»), $LiI O_3$ (испарение растворителя). Техн. алмаз в виде мелких монокристаллич. зёрен (до 0,2 мм) получают из графита прессованием в небольшом объёме при давлении ок. 4,4 атм и $T = 1100^\circ C$.

Лит.: Вильке К. Т., Методы выращивания кристаллов, пер. с нем., Л., 1968; Современная кристаллография, т. 3, М., 1980. Л. Н. Рашиков.

МОНОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ СЛОЙ (монослойный слой, монослой) — внеш. слой поверхности конденсированной фазы на её границе с др. фазой или с вакуумом. Понятие М. с. применяется и в тех случаях, когда имеется выраженная поверхность, но нет фазы в термодинамич. понимании (тонкие плёнки, тела биол. природы, мембраны и пр.).

М. с., как правило, является адсорбционным. Адсорбц. слой можно считать М. с. тем более строго, чем однороднее по составу и структуре адсорбат и адсорбент. Толщина разл. М. с. колеблется от межмолекулярных расстояний (адсорбция одноатомных молекул на совершенных плотноупакованных гранях монокристаллов) до размеров адсорбиров. макромолекул (до $\sim 10^3 - 10^4$ Å).

Частицы М. с. имеют иное, чем в объёме, атомно-молекулярное окружение, вследствие чего условия равновесия сил, действующих в М. с. и в объёме, различны. Свободная энергия, равновесные расстояния между атомами, концентрация примесей и дефектов, плотность зарядов и т. п. параметры в М. с. отличаются от тех же параметров в объёмной фазе (см. *Поверхностные явления, Поверхность*).

В исследованиях М. с. без использования сверхвысокого вакуума, к-рые проводились до нач. 1960-х гг., установлено, что атомы и молекулы перемещаются в пространстве М. с. из одного локализов. положения в соседнее, если потенц. барьер между этими положениями ниже тепловой энергии. Если время перемещения больше времени нахождения на адсорбц. центрах, то М. с. можно считать двумерным газом, состояние к-рого описывается ур-ниями идеального (либо одной из модификаций реального) двумерного газа; на основе ур-ний состояния двумерного газа получены усреднённые размеры сложных органич. молекул, хорошо согласующиеся с данными, полученными методами *малогоуглового рассеяния* нейтронов и рентг. лучей. При исследовании М. с. в них были обнаружены также фазовые переходы 1-го и 2-го родов, изучена их кинетика и термодинамика.

С 1960-х гг. начались исследования М. с. с применением сверхвысоковакуумной аппаратуры в условиях вакуумной гигиены, т. е. в хорошо контролируемых и поддерживаемых условиях. Появилась возможность дозированного изменения состава, темп-ры, зарядового состояния и др. параметров М. с. и прецизионного измерения этих величин, выяснена их связь с геом., в частности структурными, характеристиками поверхности. Наиб. удобны для исследования М. с. на чистых поверхностях полупроводников и др. монокристаллов, т. к. в таких М. с. наблюдаются анизотропные явления. Для изучения состава и структуры М. с. применяют зондирование поверхности электронными, нейтронными, ионными, молекулярными, рентг., световыми и позитронными пучками, автоионную, автоэлектронную, полевою и тепловую эмиссию частиц с исследуемых поверхностей, а также метод зондовой микроскопии. Большинство исследований должно проводиться в условиях сверхвысокого вакуума, что ограничивало возможности этих методов. Применение зондов-острий позволило снять эти ограничения.

Монослой, образовавшийся на периодических упорядоченных подложках, характеризуются наличием дальнего порядка. Упорядочение структуры М. с. в этом случае навязано структурой подложки. Структура М. с. на жидких или аморфных подложках имеет лишь ближний порядок. В М. с. зафиксированы множества поверхностных фаз с концентрационными и температурными фазовыми переходами между ними.

При исследовании работы выхода чистых поверхностей монокристалла и тех же поверхностей с адсорбированным М. с. были обнаружены значит. расхождения этих величин, значительные концентрац. зависимости и анизотропия работы выхода с разл. граней монокристаллов тугоплавких металлов. Так, работа выхода с грани (110) W изменяется от 5,35 эВ для чистой поверхности до 1,5 эВ при её покрытии монослоем Cs. Аналогичные эффекты найдены и для др. комбинаций М. с. и подложек. Эти исследования имеют важное значение, в частности для эмиссионной электроники.

М. с. щелочных и щёлочноземельных элементов на поверхности тугоплавких и переходных металлов обладают большим положит. зарядом (приблизительно 1 элементарный заряд на атом); в образованных на тех же поверхностях М. с. молекулами O_2 , N_2 , CO, Cl_2 и молекулами др. галогенов имеют заряд примерно в 10 раз меньший. Нек-рые М. с. образуют сверхструктуры с закономерным чередованием положительно и отрицательно заряженных фрагментов.