

AlV BV1. На основе бинарных соединений может быть получен лишь дискретный набор значений  $\epsilon_g$ . Однако практически между всеми бинарными соединениями образуются 3- и 4-компонентные *твёрдые растворы* замещения (напр., между GaAs и AlAs образуются  $Al_xGa_{1-x}As$ ; между GaAs и InP —  $In_xGa_{1-x}P_yAs_{1-y}$ ), варьирование состава ( $x, y$ ) к-рых позволяет плавню изменять  $\epsilon_g$  (рис. 4). Наиб. широко используются Г.: GaAs —  $Al_xGa_xAs$ , InP —  $InGa_{1-x}P_yAs_{1-y}$  и GaSb —  $Al_xGa_{1-x}Sb_y$ .

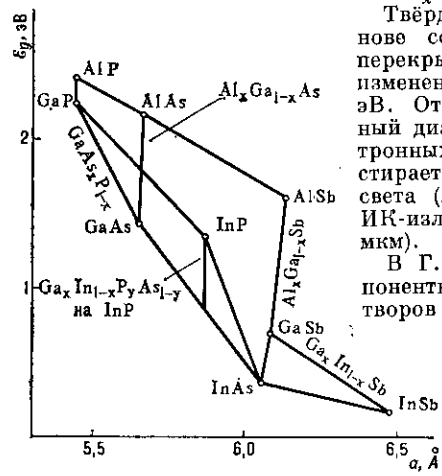


Рис. 4. Диаграмма  $\epsilon_g$  — параметр решётки  $a$  для полупроводниковых соединений и твёрдых растворов AIII BV.

том же материале получать разнообразные Г. с. Большинство способов термич. и механ. обработки материалов с целью придания им определ. физ. свойств основано на возможности управлять процессами формирования Г. с. Получают Г. с. спеканием, диффузионной сваркой разл. твёрдых фаз, осаждением из жидкости или пара на подложку др. фазы.

На границе фаз атомы (молекулы), стремясь занять энергетически наиб. выгодные положения, смещаются из узлов кристаллич. решётки. Следствием этого является возникновение полей упругих напряжений. Микронапряжения сосредоточены в пограничном слое и определяют строение межфазных границ. Макронапряжения простираются в глубь фаз на расстояния порядка протяжённости границы и изменяют свойства и энергию фаз. В результате образуется регулярная упорядоченная Г. с., аналогичная многодоменным структурам ферромагнетиков и сегнетоэлектриков (см. Домены). Такие Г. с. отвечают минимумам свободной энергии гетерофазного тела, слагающейся из свободных энергий неискажённых фаз, поверхностной энергии межфазных границ и упругой энергии напряжений. Поверхностная энергия определяет в основном размеры фаз. Их форма и взаимное расположение обусловлены стремлением к минимуму упругой энергии. Равновесные Г. с. описываются ур-нием, отражающим равенство локальных термодинамич. потенциалов контактирующих фаз (в каждой точке межфазной границы):

$$[f] - \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_2) [\epsilon_0] - \frac{1}{2} \sigma_1 [S] \sigma_2 + \frac{\Gamma}{R} = 0. \quad (1)$$

одичности лучше всего выполняется для твёрдых растворов  $Al_xGa_{1-x}Zy$ , где  $Zy$  — элемент V группы периодической системы элементов. В 4-компонентных твёрдых растворах при изменении  $x, y$  изменяется параметр решётки  $a$ . Поэтому условие изопериодичности с подложкой выполняется лишь в ограниченной области  $x, y$ . Тем самым спектральный диапазон приборов на Г. с 4-компонентными твёрдыми растворами уже, чем при полном наборе  $x$  и  $y$ .

Для получения Г. применяются 3 метода: жидкофазная эпитаксия (ЖФЭ), хим. осаждение из газовой фазы (ХОГФ) и молекулярно-лучковая эпитаксия (МПЭ). В наиб. широко используемом методе ЖФЭ осаждение эпитаксиального слоя происходит из раствора-расплава, к-рый находится в контакте с поверхностью подложки (для AIII BV растворитель чаще всего элемент III группы). Метод ХОГФ применяется в основном для выращивания эпитаксиальных Г. на основе полупроводников AIII BV. В методе МПЭ эпитаксиальные слои выращиваются осаждением на подложке атомов и молекул, потоки к-рых формируются в сверхвысоком вакууме.

Лит.: Алферов Ж. И., Гетеропереходы в полупроводниках и приборы на их основе, в кн.: Наука и человечество, М., [1975]; Андреев В. М., Долгинов Л. М., Третьяков Д. Н., Жидкостная эпитаксия в технологии полупроводниковых приборов, М., 1975; Кейси Х., Паниш М., Лазеры на гетероструктурах, пер. с англ., т. 1—2, М., 1981.

**ТЕТЕРОФАЗНАЯ СТРУКТУРА** твёрдых тел — пространственное распределение кристаллич. фаз, составляющих многофазное кристаллич. твёрдое тело. Размеры, форма и взаимное расположение фаз, распределение и строение межфазных границ, наряду с внутрифазными дефектами, определяют мн. физ. свойства реальных твердотельных материалов. Физ. свойства гетерофазного тела не являются аддитивной суммой свойств его фаз из-за межфазных границ и внутр. напряжений, возникающих при контакте разл. фаз. В результате фазовых превращений в исходной фазе возникают отд. области или кристаллы новых, термодинамически более устойчивых фаз, к-рые растут, взаимодействуют, образуя Г. с. Воздействуя на ход структурного фазового превращения, можно в одном и

Здесь  $[f]$  — разность плотностей свободных энергий напряжённых фаз по обе стороны границы;  $[S]$  — разность упругих податливостей;  $\sigma_1, \sigma_2$  — напряжения;  $[\epsilon_0]$  — скачок собственных деформаций, характеризующий изменение кристаллич. решётки при превращении;  $\Gamma$  — уд. поверхностная энергия;  $R$  — радиус кривизны границы. Анализ (1) позволяет определить последовательный ряд метастабильных Г. с., образующихся при фазовом превращении одной фазы в другую, более стабильную. Типичным элементом метастабильной Г. с. является полидоменная пластина (см. Домены упругие).

Для образования регулярных Г. с. необходимо, чтобы в процессе фазового превращения сохранялась связь кристаллич. тела, т. е. чтобы не происходили локальные пластич. деформация и разрушение. Эти процессы неизбежны и в той или иной мере нарушают регулярность Г. с. Однако во мн. случаях Г. с. формируется так, что возникающие напряжения минимальны. Эти остаточные напряжения снимаются пластич. деформацией, к-рая т. о. закрепляет Г. с.

Кроме упругих напряжений в Г. с. могут присутствовать др. дальнедействующие поля — магн. или электр. При этом ур-ние (1) имеет более общий вид:

$$[f] - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial f_1}{\partial u_i} + \frac{\partial f_2}{\partial u_i} \right) [\nabla u_i] = 0, \quad (2)$$

где  $f_1$  и  $f_2$  — плотности свободных энергий, зависящие от градиентов нек-рых величин  $u_i$ , непрерывных во всей Г. с. В случае упругих полей  $u_i$  — компоненты смещения, для электр. полей  $u$  — потенциал. Ур-ние (2) определяет равновесную доменную структуру магнетиков и сегнетоэлектриков.

Лит.: Ройтбурд А. Л., Теория формирования гетерофазной структуры при фазовых превращениях в твердом состоянии, «УФН», 1974, т. 113, с. 69; его же, Равновесие фаз в твердом теле, «ФТТ», 1986, т. 28, с. 3051; Уманский И. С., Скаков Ю. А., Физика металлов, М., 1978.

**ТЕТЕРОХРОМНАЯ ФОТОМЕТРИЯ** — подраздел фотометрии, в к-ром рассматриваются методы сравнения интенсивности разноцветных (гетерохромных) излучений. При визуальном фотометрировании различие цветов сравниваемых излучений ведёт к увеличению ошибки, что можно преодолеть, напр., с помощью т. н.