

лов с модулированными структурами (см. *Волны зарядовой плотности*) в К. привлекается аппарат обобщённых групп симметрии.

В К. изучается и влияние реальной структуры на физ. свойства кристаллов. К дефектам структуры чувствительны мн. свойства кристаллов: электропроводность, механич., оптич. и др. свойства. Важнейшие задачи К. — установление зависимостей изменения физ. свойств кристаллов от их состава, строения и реальной структуры, а также поиск способов управления свойствами материалов и создание новых структур (текстур и композиционных материалов) с оптим. сочетанием ряда свойств для практич. применения.

Лит.: Най Дж., Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц, пер. с англ., 2 изд., М., 1967; Сироти Ю. И., Шаскольская М. П., Основы кристаллофизики, 2 изд., М., 1979; Современная кристаллография, т. 4, М., 1981; см. также лит. в ст. *Кристаллография, Симметрия кристаллов.* К. С. Александров.

КРИСТАЛЛОФОСФОРЫ (от *кристаллы* и греч. *phós* — свет, *phōs* — несущий) — неорганич. кристаллич. люминофоры (в осн. — искусственно приготовленные). Люминесценция К. может возбуждаться светом, электрич. током, потоком электронов (катодолуминофоры), рентг. и радиоакт. излучениями (*сцинтилляторы*). К. могут быть полупроводники и диэлектрики (имеющие чаще всего *центры люминесценции*, образованные активаторами или дефектами кристаллич. решётки).

Основу К. обычно составляют кристаллы с широкой запрещённой зоны 1,5—10 эВ. К ним относятся в первую очередь соединения типа $A_{II}B_{VI}$ (ZnS , CdS , $ZnSe$, $CdSe$ и др.), соединения $A_{III}B_{V}$, щёлочногалогидные кристаллы. Применяются также соли кислородсодержащих кислот, соединения тина гранатов и т. д. В качестве активаторов используются примеси Ag , Cu , Mg , редкоземельных и нек-рых др. элементов. К. обозначают хим. символами вещества, образующего кристаллич. структуру, и активатора, напр. $ZnS \cdot CdS : Ag, Cu$. Центры люминесценции в К. могут также служить сверхстехиометрич. атомы вещества основы (самоактивирование К.). К. применяют в люминесцентных лампах, светящихся экранах, люминесцентных панелях и индикаторах, светодиодах и т. д.

Люминесценция К. может происходить как в результате возбуждения непосредственно центров люминесценции, так и при поглощении энергии возбуждения кристаллич. решёткой или др. примесями (*сенситивизаторами*). Механизм люминесценции К. в осн. рекомбинационный.

Осн. параметры К. — выход люминесценции, её спектр и время затухания. Выход люминесценции для К. может достигать десятков процентов и сильно зависит от концентрации активатора и неконтролируемых примесей — тушителей. Поэтому технология создания К. требует особой чистоты исходных веществ. Выход люминесценции К., особенно имеющих в своём составе специально введённые тушащие центры, зависит от темп-ры и может резко меняться при изменении темп-ры даже на неск. градусов (также К. используют для визуализации тепловых полей в радиовизорах, тепловизорах и т. д.). В нек-рых К. при облучении видимым или УФ-светом энергия возбуждения запасается на метастабильных уровнях захвата электронов (ловушках) и может освобождаться при нагревании (термовысвечивание) или при облучении ИК-светом (вспышечные К.). Метод термовысвечивания используют для определения энергетич. спектра уровней захвата. Вспышечные К. применяют в ИК-приборах ночного видения, для визуализации распределения ИК-излучения.

Др. важный параметр К. — время затухания люминесценции. Так, в качестве сцинтилляторов, где необходимо хорошее временное разрешение, применяют К. со временем затухания в неск. наносекунд ($ZnS : Ag$, щёлочногалогидные кристаллы типа $CsI : Tl$, $NaI : Tl$

и др.), для экранов электронно-лучевых трубок — К. со временем послесвечения от микросекунд до неск. секунд ($ZnS \cdot CdS : Cu$ и др.), для индикации стрелок приборов, часов и т. д. — т. н. составы временного действия с длительностью послесвечения до неск. часов (светосоставы на основе К. $ZnSi : Cu$, $SrS : Cu, Bi$). При включении в состав К. источника возбуждения (напр., радиоакт. солей) получают т. н. светосоставы пост. действия.

Спектр люминесценции К. определяется в осн. типами центров люминесценции, т. е. видом активатора. В люминесцентных лампах подбираются К., позволяющие получить источники света с различной цветовой температурой [чаще всего $3Ca_2(PO_4)_2Ca(F, Cl)_2 : Sb, Mn$]. В телевизионных трубках используют К. с повышенной стойкостью к облучению электронами; белый цвет свечения экрана обеспечивают смешением жёлтого свечения $ZnS \cdot CdS : Ag$ и голубого $ZnS : Ag$. В цветных телевизорах применяют К. трёх цветов: $ZnS : Ag$ — голубой, $Zn_2SiO_4 : Mn$ — зелёный, $Zn_3(PO_4)_2 : Mn$ (или $YVO_4 : Eu$) — красный.

К др. параметрам К. относятся их стойкость к разл. облучениям и атм. воздействию, яркость свечения, зависимость выхода люминесценции от возбуждения, гранулометрич. состав для порошковых К. и т. д.

Синтез К. осуществляется чаще всего прокаткой твёрдой шихты при темп-рах 800—1500 К; нек-рые К. получают из газовой фазы или расплава. Центры люминесценции в К. можно рассматривать как сильно разбавленный раствор дефектов в регулярной решётке, а процесс синтеза К. — как растворение активатора и его диффузию, скорость к-рой и концентрация примесей могут быть рассчитаны. Добавление в шихту веществ (плавней) с темп-рой плавления ниже темп-ры синтеза К. приводит к снижению поверхностного натяжения, что ускоряет и облегчает синтез К. Атомы плавни могут служить также зарядокомпенсирующей добавкой. Так, при синтезе цинксульфидных К. в качестве плавней используют хлористые соединения.

Лит.: Гугель Б. М., Люминофоры для электровакуумной промышленности, М., 1967; Физика и химия соединений $A_{II}B_{VI}$, пер. с англ., М., 1970; Гурвич А. М., Введение в физическую химию кристаллофосфоров, 2 изд., М., 1982. Э. А. Свириденков.

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЙ РАДИУС — характеристика атомов и ионов, позволяющая оценивать межатомные расстояния в кристаллах (см. *Атомный радиус*). **КРИСТАЛЛОХИМИЯ** — раздел кристаллографии, в к-ром изучаются закономерности расположения атомов в кристаллах и природа хим. связи между ними. К. основана на обобщении результатов экспериментальных рентгенографич. и др. дифракц. методов исследования атомной структуры кристаллов (см. *Кристаллическая структура, Рентгеновский структурный анализ, Электронография, Нейтронография*), на классических и квантовых теориях хим. связи, на расчётах энергии кристаллич. структур с учётом симметрии кристаллов. Кристаллохим. закономерности позволяют объяснить и в ряде случаев предсказать, исходя из хим. состава вещества, расположение атомов или молекул в кристаллич. структуре и расстояния между ними.

Хим. связь между атомами в кристаллах возникает за счёт взаимодействия внеш. валентных электронов атомов, тогда как внутренние электронные оболочки практически остаются неизменными. На рис. 1 показаны типичные кривые потенц. энергии $u(r)$ межатомного взаимодействия. Равновесное расстояние r_p между атомами обычно составляет 0,15—0,40 нм (в зависимости от типа хим. связи). При сближении атомов на расстояния меньшие, чем равновесное, возникает резкое их отталкивание. Это позволяет в первом приближении приписать атомам для того или иного типа связи определ. «размеры», т. е. нек-рые пост. радиусы, и тем самым перейти от физ. модели кристалла как атомно-электронной системы к его геом. модели как системе