

диэлектрич. проницаемости, тангенса угла диэлектрич. потерь, электрич. прочности, проводимости.

Обратимые изменения обусловлены установлением стационарного равновесия между генерацией нестабильных продуктов радиолиза и их гибелью, поэтому они зависят от мощности дозы. Сопротивление органич. изоляц. материалов падает с увеличением мощности дозы на неск. порядков. При больших дозах снижение остаточного электрич. сопротивления металлов носит необратимый характер. У мн. полимерных материалов, облучённых до доз 10^8 Гр, исходная электрич. проводимость изменяется в неск. раз (при дозе $\sim 10^4$ Гр изменения, как правило, незначительны).

В органич. материалах может возникать послерадиационное старение, к-рое обусловлено в осн. хим. реакциями свободных радикалов, образовавшихся при облучении полимеров с кислородом воздуха. Радиационная стойкость полимерных диэлектриков определяется, как правило, их механич. (а не электрич.) свойствами, т. к. большинство полимеров становится хрупкими и теряют способность нести механич. нагрузки после доз, к-рые ещё не вызывают существ. изменений электрич. свойств.

Радиационная стойкость неорганич. веществ зависит от их кристаллич. структуры и типа хим. связи. Наиб. стойкими являются ионные кристаллы. Плотные структуры с высокой симметрией наиб. устойчивы к воздействию излучений. Для стёкол характерны изменение прозрачности и появление окраски, возникновение кристаллизации (см. *Стеклообразное состояние*). Силикаты начи-

нают изменять свойства после облучения флюенсом нейтронов $\sim 10^{19}$ см $^{-2}$. В результате облучения происходит анизотропное расширение кристалла, аморфизация его структуры, уменьшение плотности, упругости, теплопроводности и др. Окислы меняют свойства аналогично силикатам, но в меньшей степени. Существ. изменения в свойствах бетонов отсутствуют при облучениях нейтронными потоками с флюенсом до $3 \cdot 10^{19}$ см $^{-2}$.

В табл. 1 и 2 приведены мин. уровни облучения, вызывающие заметные (20—30%) изменения свойств некоторых материалов.

Лит.: Вавилов В. С., Ухин Н. А., Радиационные эффекты в полупроводниках и полупроводниковых приборах, М., 1969; Радиационная стойкость материалов. Справочник, под ред. В. Е. Дубровского, М., 1973; Радиационная стойкость материалов радиотехнических конструкций. Справочник, под ред. Н. А. Сидорова, В. К. Князева, М., 1976; Радиационное электроматериаловедение, М., 1979; Действие проникающей радиации на изделия электронной техники, под ред. Е. А. Ладьягина, М., 1980; Радиационная стойкость органических материалов. Справочник, под ред. В. К. Милинчука, В. И. Тушикова, М., 1986; Вавилов В. С., Кекелидзе Н. П., Смирнов Л. С., Действие излучений на полупроводники, М., 1988.

РАДИАЦИОННАЯ ТЕМПЕРАТУРА — физ. величина T_r , определяющая суммарную (по всему спектру) энергетич. яркость B_0 теплового излучения тела при темп-ре T ; равна темп-ре T_a абсолютно чёрного тела, при к-рой его суммарная энергетич. яркость $B_0 = B_a$.

Стефана — Больцмана закон излучения для полной испускат. способности (связанной с энергетич. яркостью) $u = \sigma T^4$ (σ — постоянная Стефана — Больцмана) позволяет записать $\sigma T^4 = \epsilon_T \sigma T_a^4$, где ϵ_T — коэф. черноты тела при темп-ре T . Р. т. $T_r = T_a$ измеряется радиационным пирометром, и, если известен коэф. ϵ_T , можно определить T . Такой метод используют для измерения высоких темп-р.

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ — раздел химии, включающий исследования хим. превращений в веществах, обусловленных действием разл. ионизирующих излучений. В задачи Р. х. входит выявление механизмов радиационно-хим. превращений, создание материалов с высокой радиационной стойкостью, необходимых для получения и переработки ядерного горючего, а также препаратов для защиты живых организмов от воздействия излучений. Р. х. взаимодействует при этом с радиационной биологией и медициной. На методах Р. х. основаны радиационный синтез полимеров, деструкция радиоакт. отходов под действием излучения и др.

РАДИАЦИОННОЕ ТРЕНИЕ — то же, что реакция излучения.

РАДИАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ — дефекты кристаллич. структуры, образующиеся при их облучении потоками частиц или квантов эл.-магн. излучения. Энергия, переданная твёрдому телу (мишени), может привести к разрыву межатомных связей и смещению атомов с образованием первичного Р. д. типа Френкеля пары (вакансия и межузельный атом).

Эл.-магн. излучение (оптич. фотоны, γ -кванты, рентг. кванты) непосредственно возбуждает электронную систему кристалла, и лишь на след. этапе включаются разл. механизмы смещения атомов. Это — взаимодействие атомов с электронами, энергия к-рых достаточна для смещения атома; смещение ионизиров. электронным ударом атома из-за электрич. отталкивания от одноимённого заряженного, близко расположенного примесного иона; смещение соседних, одновременно ионизиров. атомов, и др. Возможно также смещение атомов из-за отдачи при фотоядерных реакциях (γ, n).

При нейтронном облучении налетающая частица смещает атом в том случае, если передаёт ему в упругих соударениях (без возбуждения электронной системы) энергию ϵ , превышающую нек-рую пороговую $\epsilon_{п}$. Типичные значения $\epsilon_{п}$ составляют 10—80 эВ. Вылет из ядра продуктов ядерных реакций, инициируемых нейтронами, также может вызвать смещение атомов

Табл. 1.

| Органические материалы | Доза γ -излучения, Гр |
|---|-------------------------------|
| Терморезистивные смолы | |
| Фенольная смола с наполнителем из стекловолокна | $3 \cdot 10^7 - 10^8$ |
| Фенольная смола с асбестовым наполнителем | $10^8 - 3 \cdot 10^7$ |
| Полиэфир с наполнителем из стекловолокна | $10^7 - 3 \cdot 10^7$ |
| Эпоксидная смола | $10^6 - 2 \cdot 10^7$ |
| Майлар | $2 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^8$ |
| Полиэфирная смола без наполнителя | $3 \cdot 10^8 - 10^8$ |
| Силикон без наполнителя | $10^6 - 5 \cdot 10^6$ |
| Термопластичные смолы | |
| Полистирол | $5 \cdot 10^8 - 5 \cdot 10^7$ |
| Поливинилхлорид | $10^8 - 10^7$ |
| Полиэтилен | $10^8 - 10^8$ |
| Полипропилен | $5 \cdot 10^8 - 10^8$ |
| Ацетилцеллюлоза | $10^8 - 3 \cdot 10^8$ |
| Нитроцеллюлоза | $5 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^8$ |
| Полиметилметакрилат | $5 \cdot 10^8 - 10^8$ |
| Полиуретан | $10^6 - 10^6$ |
| Тефлон | $2 \cdot 10^8 - 5 \cdot 10^8$ |
| Тефлон 100X | $5 \cdot 10^8 - 10^8$ |
| Эластомеры | |
| Натуральный каучук | $5 \cdot 10^8 - 5 \cdot 10^8$ |
| Полиуретановые каучуки | $10^8 - 3 \cdot 10^8$ |
| Акриловые эластомеры | $10^8 - 7 \cdot 10^8$ |
| Кремнийорганические эластомеры | $10^8 - 10^8$ |
| Бутиловые эластомеры | $10^8 - 3 \cdot 10^8$ |

Табл. 2.

| Неорганические материалы | Доза γ -излучения, Гр | Флюенс нейтронов, см $^{-2}$ |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Стекло | $5 \cdot 10^7$ | $5 \cdot 10^{17}$ |
| Керамика | — | $10^{20} - 3 \cdot 10^{20}$ |
| Железо | — | $2 \cdot 10^{18} - 3 \cdot 10^{18}$ |
| Сталь конструкционная | — | 10^{18} |
| Бетон | — | $10^{20} - 5 \cdot 10^{20}$ |
| Si (кремниевые транзисторы) | $10^3 - 10^6$ | $3 \cdot 10^{11} - 10^{12}$ |
| Ge (германиевые транзисторы) | $10^4 - 10^6$ | $4 \cdot 10^{12} - 10^{14}$ |