

2.5 Радиационные эффекты

Когда высокоэнергичные ионы проникают внутрь твердых тел, материал вдоль траектории ионного пучка изменяется, атомы меняют свое положение, молекулы могут разбиться на куски, и упорядоченные структуры - такие, как, например, кристаллическая - разрушаются. В этом процессе создается так называемый скрытый трек, длина и диаметр которого зависят от типа иона и его энергии, равно как и от структуры и химического состава разрушаемого материала. Если доза радиации настолько высока, что ионные треки "переплетаются", тогда физические и химические свойства вещества могут меняться на макроскопическом уровне вплоть до появления новых материалов с новыми свойствами.

Когда тяжелый ион с большой скоростью пролетает через вещество, его скорость резко уменьшается. За весьма короткий период времени значительное количество энергии тратится на столкновения с электронами материала вдоль траектории иона. В результате значительно растет локальная плотность энергии вдоль пути иона. Электроны, с которыми повстречался ион, отклоняясь, передают свою энергию окружающим атомам и молекулам. Если облучаемый материал - это кристалл, то кристаллическая структура при таком процессе может разрушиться.

В непосредственной близости от траектории иона структура материала может перестроиться в состояние, которое называется аморфным. Итоговый цилиндрический трек имеет диаметр около одной сотысячной миллиметра. Длина трека может составить до нескольких миллиметров в зависимости от первоначальной энергии иона. Особенности различных треков сильно различаются в зависимости от различных материалов, а также в зависимости от того, является ли материал металлом, полупроводником или изолятором. В число исследуемых характеристик входят размер, форма и структура ионных треков, а также переходная зона от центральной площади трека к окружающему веществу.

Ионные треки имеют большое количество практических применений. Учитывая отношение их длины к диаметру и определив их поведение во время прохождения, можно с помощью ионного облучения получать очень хорошо структурированные объекты, размеры которых в ряде случаев могут быть менее тысячных долей миллиметра. Кислоты и основания могут прожигать дорожки в окрестностях трека значительно более агрессивно, чем в окружающих областях, где треков нет. Это явление частично происходит и в органических веществах. Таким способом, в зависимости от количества необлученного материала, можно получить очень длинные, почти цилиндрические каналы вдоль ионных треков. Такие процессы используются, например, для получения мембранных фильтров.

При массивной бомбардировке отдельными ионами в прямом направлении может образовываться регулярная точечная решетка. После снятия облучения можно путем гальванической репликации получить желаемый диаметр и создать регулярную структуру микроскопических объектов.