

лений точечных дефектов (см. *Дефекты*), ступенями роста кристаллич. граней, доменной структурой (см. *Домены*) и т. д. При таком методе исследования на поверхность образца вначале напыляется очень тонкий слой декорирующих частиц (атомы тяжелого металла с большим коэф. *поверхностной диффузии*, молекулы полупроводников или диэлектриков), осаждающихся преим. на участках сосредоточения микрополей, а затем снимается реплика с включениями декорирующих микрополя частиц.

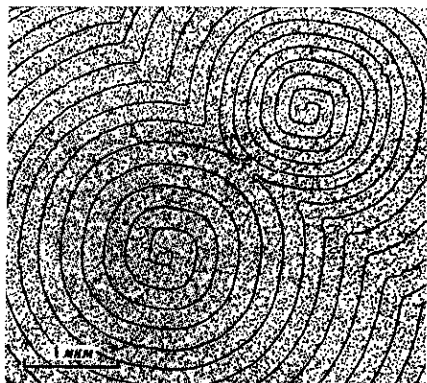


Рис. 3. Винтовые дислокации на поверхности кристалла NaCl, подвергнутого термическому травлению при температуре 773 К. Изображение получено методом декорирования.

С помощью газовых микрокамер—приставок к ПЭМ или РЭМ—можно изучать жидкие и газообразные объекты, неустойчивые к воздействию высокого вакуума, в т. ч. влажные биол. препараты. Радиц. воздействие облучающего электронного пучка довольно велико, поэтому при исследовании биол., полупроводниковых, полимерных и т. п. объектов необходимо тщательно выбирать режим работы электронного микроскопа, обеспечивающий мин. дозу облучения.

Наряду с исследованиями статических, не меняющихся во времени объектов, Э. м. даёт возможность изучать разл. процессы в динамике их развития: рост плёнок, деформацию кристаллов под действием переменной нагрузки, изменение структуры под влиянием электронного или ионного облучения и т. д. Благодаря малой инерционности электронов можно исследовать периодические во времени процессы, напр. перемагничивание тонких *магнитных плёнок*, изменение поляризации сегнетоэлектриков, распространение УЗ-волн и т. д. Эти исследования проводят методами стробоскопической Э. м. (рис. 4): образец «освещается» электронным пучком не непрерывно, а им-

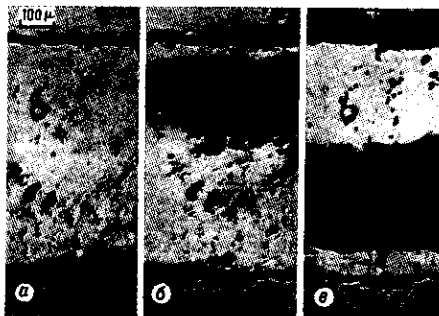


Рис. 4. Изображения поверхности кремниевого полупроводникового диода, полученные в стробоскопическом эмиссионном электронном микроскопе: а — напряжение на диоде отсутствует; б — на диод подано запирающее напряжение 40 В, тёмная область — падение напряжения на *p-n*-переходе; в — кратковременное (менее 40 нс) прямое падение напряжения (широкая тёмная область) на базе диода при переключении его в состояние, при котором он «отперт».

пульсами, синхронными с подачей импульсного напряжения на образец, что обеспечивает фиксацию на экране прибора предел. фазы процесса точно так же, как это происходит в светооптич. *стробоскопических приборах*. Предельное временное разрешение при этом может, в принципе, составлять ок. 10^{-15} с для ПЭМ (реализовано разрешение лучшее 10^{-12} с для ПЭМ и РЭМ).

Аморфные и квазиаморфные тела, размеры частиц к-рых меньше разрешаемого в электронном микроскопе расстояния, рассеивают электроны диффузно. Для их исследования используются простейшие методы амплитудной Э. м. Напр., в ПЭМ контраст изображения, т. е. перепад яркостей изображения соседних участков объекта, в первом приближении пропорционален перепаду толщин этих участков. Для расчёта контраста изображений кристаллич. тел и решения обратной задачи — расчёта структуры объекта по наблюдаемому изображению — привлекаются методы фазовой Э. м.: решается задача о *дифракции электронов* на кристаллич. решётке. При этом дополнительно учитываются неупругие взаимодействия электронов с объектом: рассеяние на *плазмонах*, *фононах* и т. п. В ПЭМ и растровых ПЭМ (РРЭМ) высокого разрешения получают изображения отд. молекул или атомов тяжёлых элементов; пользуясь методами фазовой Э. м., восстанавливают по изображениям трёхмерную структуру кристаллов и биол. макромолекул. Для решения подобных задач применяют, в частности, методы *голографии*, а расчёты производят на ЭВМ.

Разновидность фазовой Э. м.—интерференционная Э. м., аналогичная оптич. интерферометрии: электронный пучок расщепляется с помощью *электронных призм*, в одном из плеч интерферометра устанавливается образец, изменяющий фазу проходящей сквозь него электронной волны. Этим методом можно измерить, напр., внутр. электрич. потенциал образца.

С помощью т. н. лоренцевой Э. м., в к-рой изучают явления, обусловленные *Лоренца силой*, исследуют внутр. магн. и электрич. поля или внеш. поля рассеяния, напр. поля магн. доменов в тонких плёнках (рис. 5), сегнетоэлектрич. доменов, поля головок для магн. записи информации и т. п.

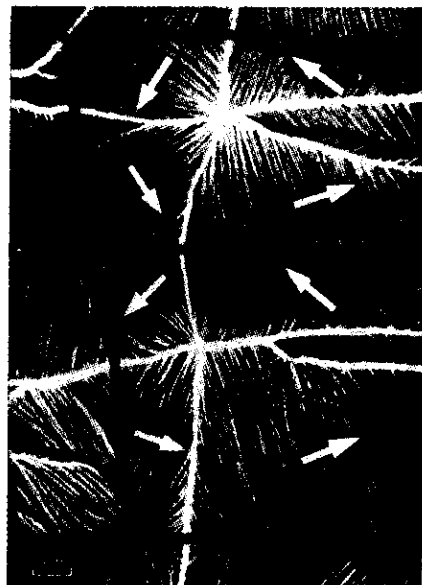


Рис. 5. Изображение доменной структуры тонкой однородной по толщине пермаллоевой плёнки. Снято в просвечивающем электронном микроскопе при дефокусировке изображения (метод лоренцевой электронной микроскопии). Светлые и тёмные узкие полосы — границы доменов. Видна «рвань» намагниченности, возникающая вследствие малых изменений направлений векторов намагниченности (отмечены стрелками) внутри доменов.