

щённого в спец. здании. Осн. узлы прибора объединены в единый комплекс с помощью платформы, к-рая подвешена к потолку на четырёх цепях и амортизационных пружинах. Сверху на платформе находятся два бака, наполненные электроизоляционным газом под давлением 3—5 атм. В один из них помещён высоковольтный генератор, в другой — электростатич. ускоритель электронов с электронной пушкой. Оба бака соединены патрубком, через к-рый высокое напряжение от генератора передаётся на ускоритель. Снизу к баку с ускорителем примыкает электронно-оптич. колонна, расположенная в нижней части здания, защищённой перекрытием от рентг. излучения, возникающего в ускорителе. Все перечисленные узлы образуют жёсткую конструкцию, обладающую свойствами физ. маятника с большим (до 7 с) периодом собств. колебаний, к-рые гасятся жидкостными демпферами. Маятниковая система подвески обеспечивает эффективную изоляцию СВЭМ от внеш. вибраций. Управление прибором производится с пульта, находящегося около колонны. Устройство линз, колонны и др. узлов прибора подобно соответствующим устройствам ПЭМ и отличается от них большими габаритами и весом.

Растровые Э. м. (РЭМ) с термозмиссионной пушкой — самый распространённый тип приборов в *электронной микроскопии*. В них применяются вольфрамовые и гексаборид-лантановые термокатоды. Разрешающая способность РЭМ зависит от электронной яркости пушки и в приборах рассматриваемого класса составляет 5—10 нм. Ускоряющее напряжение регулируется в пределах от 1 до 30—50 кВ. Устройство РЭМ показано на рис. 4. При помощи двух или трёх электронных линз на поверхность об-

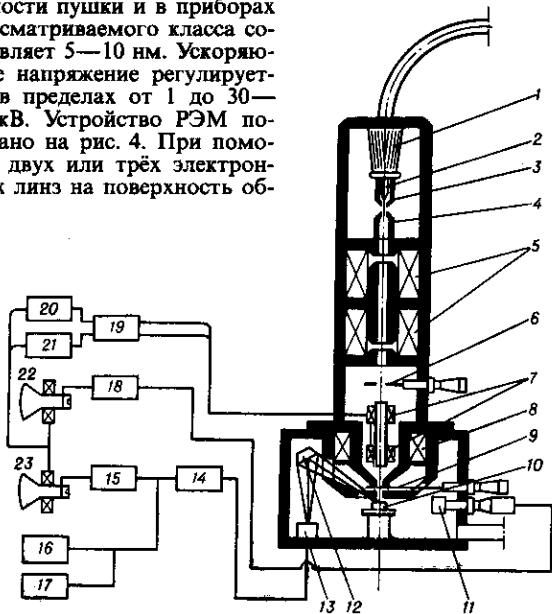


Рис. 4. Схема растрового электронного микроскопа (РЭМ): 1 — изолятор электронной пушки; 2 — V-образный термокатод; 3 — фокусирующий электрод; 4 — анод; 5 — конденсорные линзы; 6 — диафрагма; 7 — двухъярусная отклоняющая система; 8 — объектив; 9 — апертурная диафрагма объектива; 10 — объект; 11 — детектор вторичных электронов; 12 — кристаллический спектрометр; 13 — пропорциональный счётчик; 14 — предварительный усилитель; 15 — блок усиления; 16, 17 — аппаратура для регистрации рентгеновского излучения; 18 — блок усиления; 19 — блок регулировки увеличения; 20, 21 — блоки горизонтальной и вертикальной развёртки; 22, 23 — электронно-лучевые трубки.

разца фокусируется узкий электронный зонд. Магн. отклоняющие катушки развёртывают зонд по заданной площади на объекте. При взаимодействии электронов зонда с объектом возникает несколько видов излучений (рис. 5): вторичные и отражённые электроны; оже-электроны; рентгеновское тормозное излучение и характеристическое излучение (см. *Характеристический спектр*); световое излучение и т. д. Любое из излучений, токи электронов, прошедших сквозь объект (если он тонкий) и поглощённых

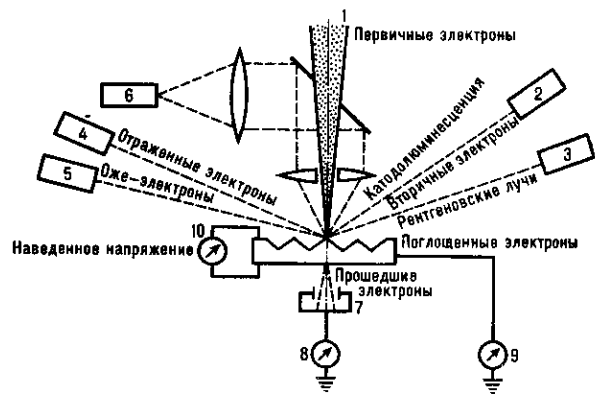


Рис. 5. Схема регистрации информации об объекте, получаемой в РЭМ: 1 — первичный пучок электронов; 2 — детектор вторичных электронов; 3 — детектор рентгеновского излучения; 4 — детектор отражённых электронов; 5 — детектор оже-электронов; 6 — детектор светового излучения; 7 — детектор прошедших электронов; 8 — схема для регистрации тока прошедших через объект электронов; 9 — схема для регистрации тока поглощённых в объекте электронов; 10 — схема для регистрации наведённого на объекте электрического потенциала.

в объекте, а также напряжение, наведённое на объекте, могут регистрироваться соответствующими детекторами, преобразующими эти излучения, токи и напряжения в электрич. сигналы, к-рые после усиления подаются на электронно-лучевую трубку (ЭЛТ) и модулируют её пучок. Развёртка пучка ЭЛТ производится синхронно с развёрткой электронного зонда в РЭМ, и на экране ЭЛТ наблюдается увеличенное изображение объекта. Увеличение равно отношению размера кадра на экране ЭЛТ к соответствующему размеру на сканируемой поверхности объекта. Фотографируют изображение непосредственно с экрана ЭЛТ. Осн. достоинство РЭМ — высокая информативность прибора, обусловленная возможностью наблюдать изображение, используя сигналы разл. детекторов. С помощью РЭМ можно исследовать микрорельеф, распределение хим. состава по объекту, *p-n*-переходы, производить рентг. спектральный анализ и др. РЭМ широко применяются и в технол. процессах (контроль в электронно-литографии, технологиях, проверка и выявление дефектов в микросхемах, метрология микроизделий и др.).

Высокая разрешающая способность РЭМ реализуется при формировании изображения с использованием вторичных электронов. Она находится в обратной зависимости от диаметра зоны, из к-рой эти электроны эмитируются. Размер зоны зависит от диаметра зонда, свойств объекта, скорости электронов первичного пучка и т. д. При большой глубине проникновения первичных электронов вторичные процессы, развивающиеся во всех направлениях, увеличивают диаметр зоны и разрешающая способность падает. Детектор вторичных электронов состоит из *фотоэлектронного умножителя* (ФЭУ) и электронно-фотонного преобразователя, осн. элементом к-рого является сцинтиллятор. Число вспышек сцинтиллятора пропорционально числу вторичных электронов, выбитых в данной точке объекта. После усиления в ФЭУ и в видеоусилителе сигнал модулирует пучок ЭЛТ. Величина сигнала зависит от топографии образца, наличия локальных электрич. и магн. микрополей, величины коэф. вторичной электронной эмиссии, к-рый, в свою очередь, зависит от хим. состава образца в данной точке.

Отражённые электроны улавливаются полупроводниковым детектором с *p-n*-переходом. Контраст изображения обусловлен зависимостью коэф. отражения от угла падения первичного пучка в данной точке объекта и от ат. номера вещества. Разрешение изображения, получаемого в «отражённых электронах», ниже, чем получаемого с помощью вторичных электронов (иногда на порядок величины). Из-за прямолинейности полёта электронов инфор-