

1336 °С устойчив  $\alpha$ -Sc с гексагональной решёткой, параметры  $k$ -рой  $a = 0,33080$  и  $c = 0,52653$  нм; при темп-рах от 1336 °С до  $t_{пл} = 1541$  °С существует  $\beta$ -Sc с объёмноцентриров. кубич. решёткой, параметр  $k$ -рой  $a = 0,4541$  нм. Плотность  $\alpha$ -Sc  $3,020$  кг/дм<sup>3</sup>,  $t_{кип} = 2850$  °С, теплоёмкость  $c_p = 25,5$  Дж/(моль·К), теплота плавления  $14,1$  кДж/моль, теплота испарения  $315$  кДж/моль. Темп-ра Дебая  $231$  К. Уд. электрич. сопротивление  $0,64$  мкОм·м (при 20 °С), термич. коэф. электр. сопротивления  $2,463 \cdot 10^{-3}$  К<sup>-1</sup> (при 25—100 °С). Слабый парамагнетик, магн. восприимчивость  $\alpha$ -Sc  $0,177 \cdot 10^{-9}$ . Термич. коэф. линейного расширения  $1,14 \cdot 10^{-5}$  К<sup>-1</sup> (при 400 °С). Теплопроводность  $15,5$  Вт/(м·К) (при 18 °С). Твёрдость по Бринеллю С. чистотой 99%  $750$ — $1000$  МПа, модуль нормальной упругости при растяжении отожжённого С. чистотой 99,1%  $77$  ГПа, модуль сдвига  $31,9$  ГПа. Химически активен, особенно при повыш. темп-рах. В соединениях проявляет степени окисления +3 и +2 (реже).

С. применяется как компонент лёгких коррозионно-устойчивых сплавов, как нейтронный фильтр в ядерной физике. Оксид  $Sc_2O_3$  используют при изготовлении скандиевого феррита для элементов памяти ЭВМ. Как радиоакт. индикатор применяют <sup>46</sup>Sc ( $\beta$ -распад,  $T_{1/2} = 783,783$  сут), его используют также в медицине.

С. С. Бердонос.

**СКАНЕРЫ** — устройства для управления направлением светового луча в пространстве на основе явления акустоопт. рефракции (см. *Акустооптика*); представляют собой НЧ-приборы ( $f \leq 0,5$  МГц), осуществляющие развёртку светового луча по синусоидальному закону.

**СКАНИРОВАНИЕ** в радиолокации — угловое перемещение диаграммы направленности (ДН) антенны, в случае остронаправленных систем — её луча. Наиб. простым (но надёжным) способом С. ДН является механич. изменение ориентации антенны, широко применяемое в радиолокац. и радионавигац. устройствах. Существуют, однако, и методы электр. управления ДН, или С. Обычно их классифицируют по типу изменяемого параметра (амплитуда, фаза или частота) распределения токов на апертуре антенны. Особо выделяется частотное С., поскольку оно реализуется только для систем с достаточно сильной дисперсией ДН, т. е. зависимостью её формы и ориентации от несущей частоты сигнала. В случае передающих антенн (излучателей) в результате изменения амплитуд, фаз или частот должно осуществляться действие перемещение направления излучения. Для приёмных антенн перемещение направления луча может быть следствием обработки принимаемого сигнала, напр. путём приёма только определ. образом сфазированных компонент сигнала в многоэлементных антеннах. Такого типа С. часто используется в пассивной локации и *радиоастрономии* (в частности, в системах *апертурного синтеза*). С. применяется в радиоастрономии при обзорах небесной сферы (при наблюдении врезанных объектов для С. может использоваться также вращение Земли), в радиометеорологии при исследованиях пространственного распределения яркостной темп-ры для получения метеоданных (напр., о высотном профиле темп-ры, распределении водяного пара, скоростей ветра), в пассивной радиолокации для радиокартографирования поверхности Земли и планет, в радиолокации для обнаружения, идентификации и сопровождения раал. объектов. С. служит иногда и для улучшения характеристик приёмных систем: повышения чувствительности (модуляц. метод приёма с «качаем луча»), разрешения (напр., создание разностной ДН для точного определения т. н. равнотемп. направления), помехозащитности (напр., компенсация, исключение влияния распределённого радиоизлучения).

Лит. см. при ст. *Антенна, Апертурный синтез*.

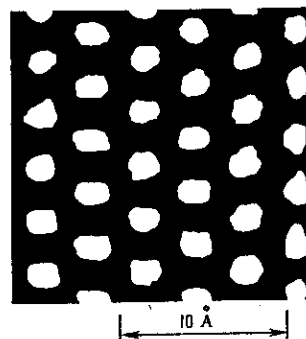
**СКАНИРУЮЩИЙ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОП** — прибор для изучения поверхностей твёрдых

тел с разрешающей способностью порядка межатомных расстояний, основанный на сканировании исследуемого участка образца  $S(x, y)$  плоской пружиной, свободный конец  $k$ -рой (или укрепленное на нём остриё) удалён от поверхности образца на расстояние  $z$  в неск. А. Изобретён Г. Биннингом (G. Binnig), К. Ф. Куатом (C. F. Quate) и К. Гербером (C. Gerber) в 1986. При таких расстояниях сила взаимодействия между двумя ближайшими атомами, расположенными соответственно на кончике остря и на поверхности образца, составляет  $10^{-7}$ — $10^{-8}$  Н. При жёсткости упругого элемента порядка  $1$  Н/м это приводит к измеримой деформации пружины. При сканировании цепь обратной связи поддерживает деформацию пружины (и тем самым силу взаимодействия), соответственно изменяя  $z$ . Синхронная со сканированием запись сигнала обратной связи  $V_z$  представляет собой запись профиля поверхности пост. силы  $F(x, y)$ , т. е. фактически поверхности образца.

Т. к. силы взаимодействия между атомами остря и поверхности быстро спадают с расстоянием (для сил притяжения типа Ван-дер-Ваальса при взаимодействии двух атомов как  $z^{-7}$ , для сил отталкивания при потенциале Ленарда — Джонса как  $z^{-13}$ ; см. *Межатомное взаимодействие, Межмолекулярное взаимодействие*), то разрешающая способность С. а.-с. м. может достигать  $0,001$  нм по  $z$  и  $0,1$  нм по  $x, y$ . Прибор может работать в вакууме и жидкости, значительно хуже — при обычных атм. условиях, когда поверхностные плёнки влаги приводят к слипанию кончика упругого элемента с поверхностью образца, к росту действующих между ними сил  $F$  на неск. порядков и к значит. гистерезису зависимости  $F(z)$ .

Устройство С. а.-с. м. во многом аналогично устройству сканирующего туннельного микроскопа. Принципиальным отличием является то, что стабилизируется

Изображение поверхности скола графита — плоскость (0001). Максимальные вариации уровня от светлого к тёмному  $\sim 0,015$  нм.



не ток между остриём и образцом, а деформация чувствит. элемента. Для её измерения в первых С. а.-с. м. использовалось измерение туннельного тока между тыльной (по отношению к образцу) стороной плоской пружины и подводимым к ней доплнит. электродом — остриём; применяются также оптич. методы, основанные на наблюдении интерференции или отклонения луча света, отражающегося от чувствит. элемента.

С. а.-с. м. можно преобразовать в прибор для зондирования магн. полей с субмикронным разрешением; при этом на кончике пружины закрепляется крупишка ферромагн. материала. Другие области применения те же, что и для сканирующей туннельной микроскопии. Преимущество С. а.-с. м. — возможность изучения (с атомным разрешением) поверхности не только проводников, но и диэлектриков (рис.).

Лит. см. при ст. *Сканирующий туннельный микроскоп*. В. С. Эдельман.

**СКАНИРУЮЩИЙ ТУННЕЛЬНЫЙ МИКРОСКОП** — прибор для изучения поверхности твёрдых электропроводящих тел, основанный на сканировании металлических остря над поверхностью образца на расстоянии