

ального барьера ΔV . Если дефект внедрения имеет однократный положительный заряд, то следует вычесть величину $eEa/2$ из ΔV в направлении поля и добавить соответствующую величину в противоположном направлении. Разность между вероятностями перескока в направлении поля и в противоположном направлении, умноженная на длину прыжка a , есть средняя скорость дефекта внедрения. Подвижность получается отсюда делением на величину напряженности электрического поля E . В результате

$$\mu = \frac{w_{\rightarrow} - w_{\leftarrow}}{E} a = -\frac{va}{E} \exp\left(-\frac{\Delta V}{k_B T}\right) \left[\exp\left(\frac{eaE}{2k_B T}\right) - \exp\left(-\frac{eaE}{2k_B T}\right) \right] \approx \frac{ea^2 v}{k_B T}. \quad (2.81)$$

Подвижность дефектов кристаллической решетки и следующие из законов действующих масс их концентрации определяют *ионную проводимость* в постоянном электрическом поле. Связанный с ионной проводимостью перенос заряда и массы обусловлен либо дефектами внедрения, либо миграцией вакансий. В последнем случае атомы решетки последовательно совершают отдельные перескоки, заполняя вакантные узлы кристаллической решетки, перемещая таким образом вакансии в противоположном направлении.

Диффузия в твердых телах также связана главным образом с миграцией дефектов решетки. Отдельные атомы могут меняться местами с ближайшими соседями, но диффузия в однородных твердых телах в большинстве случаев обусловлена миграцией вакансий или дефектов внедрения. Мы не хотим излагать здесь соображения, приводящие к закону диффузии. Они аналогичны случаю броуновского движения (статистическая последовательность отдельных перескоков, случайное блуждание). Пока нет корреляционных эффектов, т. е. зависимости отдельного перескока от предыдущих перескоков или от перескоков других дефектов, эти соображения приводят к хорошо известному утверждению, что диффузионный поток течет в направлении отрицательного градиента концентрации. Коэффициент пропорциональности (коэффициент диффузии) линейно связан с подвижностью.

Корреляционные эффекты особенно важны, когда рассматривается диффузия примесных атомов. Если атомы примеси находятся в узлах кристаллической решетки, диффузионный шаг возможен только тогда, когда рядом имеется вакантный узел решетки. Поскольку при перескоке примесный атом и вакансия меняются местами, диффузии обоих дефектов тесным образом коррелированы.

Имеется большое число исчерпывающих сообщений о термодинамике и кинетике дефектов решетки в ионных проводниках и металлах. Среди прочих, отсылаем к статьям Лидшарда в [106.XX, 113 b], а именно о диффузии в металлах — к сообщениям Назаруса в [101.10] и Петерсона в [101.22].