

Содержание

1	Часть 1	2
1.1	Физические основы работы п/п приборов	2
1.1.1	От чего зависит проводимость п/п и каким образом ею можно управлять?	2
1.1.2	Уравнение переноса. Какую информацию содержит это уравнение?	4
2	Часть 2	5
3	Часть 3	6

1 Часть 1

1.1 Физические основы работы п/п приборов

1.1.1 От чего зависит проводимость п/п и каким образом ею можно управлять?

К полупроводникам относят вещества, которые при комнатной температуре имеют удельное электрическое сопротивление ρ в пределах от $10^{-3} \div 10^{-2} - 10^8 \div 10^9$ Ом \times см.

Сопротивление чистых полупроводников сильно зависит от температуры, причём с ростом температуры оно уменьшается. Так, для полупроводников температурный коэффициент может достигать значений 5 – 6% на 1°C.

В транзисторах чаще всего используются кремний и германий. Однако закономерности, характерные для этих материалов, распространяются на весь класс полупроводников.

Германий и кремний являются IV-валентными элементами и имеют **тетраэдрический** тип решётки, или решётку типа **алмаза**, для которой характерно одинаковое расстояние центрального атома от четырёх угловых. Каждый угловой в свою очередь является центром для четырёх других ближайших атомов. Совокупность тетраэдров образует элементарную ячейку.

Удобно пользоваться плоским эквивалентом тетраэдрической структуры, в котором сохранена главная особенность решетки типа алмаза (равенство расстояний).

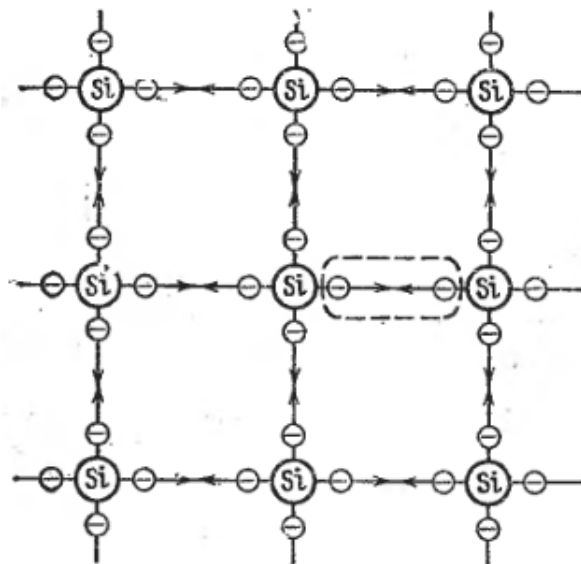


Рис. 1: "Плоский" эквивалент тетраэдрической решётки

Такая совершенно однородная структура, представленная на Рис. 2, характерна лишь для кристалла, который имеет температуру абсолютного нуля. По мере нагревания часть валентных связей нарушается.

Нарушение валентных связей приводит к одновременному образованию свободных элементов и пустых мест, - к т.н. генерации пар электрон-дырка. Дырка ведёт себя подобно частице с элементарным положительным зарядом.

Таким образом, в полупроводниках имеются два типа подвижных носителей заряда - электроны и дырки, причём при нагревании чистого и однородного полупроводника(называемого **собственным**), свободные электроны и дырки всегда образуются парами.

Проводимость, обусловленную наличием примесных атомов, нарушающий структуру кристаллической решетки, называют **примесной** или **дефектной**.

- Электронная проводимость или проводимость n-типа

Если ввести в n-валентный полупроводник $(n+1)$ -валентную примесь, то n из ее валентных электронов образуют устойчивую связь. Один электрон оказывается слабо связанным с ядром и достаточно легко отрывается от него и делается свободным. При этом примесный атом превращается в неподвижный ион с единичным положительным зарядом. Тк неподвижен \Rightarrow не может участвовать в проводимости. Свободные электроны примесного происхождения добавляются к собственным свободным электронам, порожденным термогенерацией \Rightarrow проводимость полупроводника делается преимущественно электронной. Такие проводники называются проводниками n-типа. Примеси, обуславливающие электронную проводимость, называются **донорными**.

- Дырочная проводимость или проводимость p-типа

Если ввести в n-валентный полупроводник $(n-1)$ -валентную примесь, то $(n-1)$ ее электронов образуют валентную связь. Однако для образования устойчивой связи требуется дополнительный электрон. Этот электрон отбирается из основной решётки и превращает атом бора в неподвижный отрицательный ион. На том месте, откуда пришёл электрон, образуется дырка, которая добавляется к собственным дыркам, порожденным термогенерацией. Такие проводники называются проводниками p-типа. Примеси называются **акцепторными**.

Отрыв "лишнего"электрона от донора и "недостающего"электрона для акцептора требует затраты некоторой энергии(энергия ионизации или активации примеси).

Т.к. в п/п один тип подвижных носителей заряда превалирует над другим, принято называть те носители, которые составляют большинство, основными. Меньшинство - неосновными.

П/п с т.з. зонной теории:

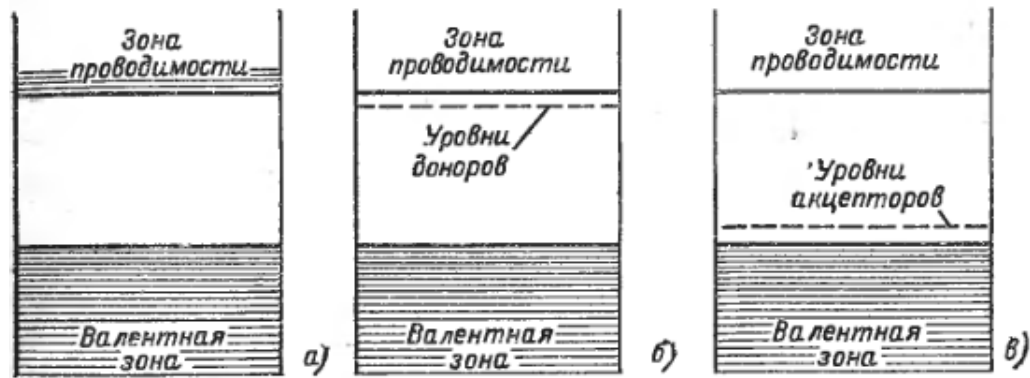


Рис. 2: Полупроводники(зонная теория)

1.1.2 Уравнение переноса. Какую информацию содержит это уравнение?

В общем случае движение носителей заряда в полупроводниках обусловлено двумя процессами: диффузией под действием градиента концентрации и дрейфом под действием градиента потенциала в электрическом поле. Поскольку в полупроводниках мы имеем дело с двумя типами носителей - дырками и электронами, полный ток состоит из 4 составляющих(воспользуемся уравнением для плотности):

$$j = (j_p)_{dif} + (j_p)_{dr} + (j_n)_{dif} + (j_n)_{dr}$$

Плотности дрейфовых составляющих тока пропорциональны градиенту электрического потенциала ϕ , т.е. напряженности электрического поля E . В одномерном случае, когда движение носителей происходит только вдоль оси x :

$$(j_p)_{dr} = -q p \mu_p \frac{\delta \phi}{\delta x} = q p \mu_p E$$

$$(j_n)_{dr} = -q n \mu_n \frac{\delta \phi}{\delta x} = q n \mu_n E$$

Плотности диффузионных составляющих тока:

$$(j_p)_{dif} = -q D_p \frac{dp}{dx}$$

$$(j_n)_{dif} = q D_n \frac{dn}{dx}$$

Здесь D_p и D_n - коэффициенты диффузии дырок и электронов. Связаны с подвижностями тех же носителей формулой Эйнштейна:

$$D = \varphi_t \mu$$

Получим плотность полного тока:

$$j = -qD_p \frac{dp}{dx} + qp\mu_p E + qD_n \frac{dn}{dx} + qn\mu_n E$$

2 Часть 2

3 Часть 3