

зонного полупроводника, а следовательно, и уменьшить внутреннее сопротивление фотоэлемента, что приводит к уменьшению потерь энергии на джоулево тепло.

Так как фотоны с энергией $\hbar\omega > E_{g1}$ сильно поглощаются в n -области и практически не достигают p - n -перехода, а фотоны с $\hbar\omega < E_{g2}$ не генерируют электронно-дырочные пары в области перехода, то такие фотоэлементы чувствительны лишь к фотонам с энергией в интервале $E_{g1} - E_{g2}$. Используя гетеропереходы, возможно получить КПД, превышающие 20%.

§ 6. Поверхностная фотоэдс

Особым случаем вентиляльной фотоэдс является так называемая поверхностная фотоэдс. Она возникает вследствие существования вблизи поверхности потенциального барьера, вызванного поверхностными уровнями (§ X.1). При генерации светом электронно-дырочных пар вблизи поверхности, электроны и дырки разделяются в поле потенциального барьера, так же как и в поле p - n -перехода, отчего заряд поверхности изменяется. Поэтому при освещении появляется дополнительная разность потенциалов между поверхностью и объемом.

Знак этой разности потенциалов зависит от знака поверхностного потенциала до освещения. Если $Y_s < 0$ (у поверхности зоны искривлены вверх), то фотодырчки будут двигаться к поверхности, а фотоэлектроны — от поверхности и потенциал поверхности будет увеличиваться. Если $Y_s > 0$, то при освещении потенциал поверхности будет уменьшаться. В обоих случаях изгиб энергетических зон у поверхности при освещении уменьшается.

Поверхностную фотоэдс можно наблюдать с помощью «конденсаторного» метода, схема которого показана на рис. 11.13. Здесь исследуемый полупроводник $П$ и прозрачный металлический электрод $С$ (например, металлическая сетка) образуют обкладки конденсатора, который замкнут на сопротивление r . Если бы металлический электрод был вибрирующим, то мы имели бы известную схему Кельвина для измерения контактной разности потенциалов. Однако, что гораздо проще, металлический электрод можно сделать неподвижным, а полупроводник освещать прерывистым светом. Тогда возникающая при освещении поверхностная фотоэдс будет складываться (или вычитаться, в зависимости от ее знака) с темновой контактной разностью, и на сопротивлении r появится переменное

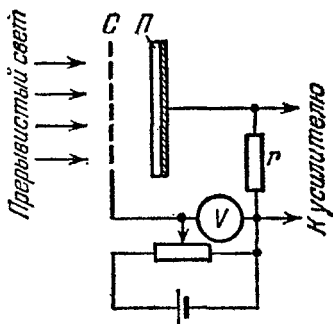


Рис. 11.13. Конденсаторный метод наблюдения фотоэдс.

напряжение, по величине которого можно определить величину фотоэдс. Таким образом, поверхностная фотоэдс проявляется как изменение контактной разности потенциалов при освещении.

Необходимо отметить, что изменение контактной разности при освещении может быть вызвано не только поверхностной фотоэдс, но еще и эффектом Дембера (§ 2), и поэтому на опыте наблюдается сумма обоих эффектов. При этом знак эдс Дембера определяется только знаком разности коэффициентов диффузии ($D_n - D_p$) и не зависит от знака Y_s . Опыт, однако, дает, что в германии и кремнии изменение контактной разности при освещении зависит от обработки поверхности и может даже менять знак. Это показывает, что, по крайней мере в этих полупроводниках, конденсаторная фотоэдс обусловлена главным образом поверхностной фотоэдс.

§ 7. Фотоэлектромагнитный эффект

1. В 1934 г. И. К. Кикоин и М. М. Носков открыли новый тип фотоэдс, которая возникает при освещении полупроводника, помещенного в магнитное поле (фотоэлектромагнитный эффект). Наиболее простой случай мы имеем, если одна из граней плоскопараллельной пластинки освещается сильно поглощаемым светом, а магнитная индукция \mathfrak{B} перпендикулярна направлению света (рис. 11.14).

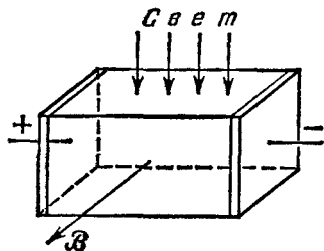


Рис. 11.14. Фотоэлектромагнитный эффект.

Тогда между торцами образца, параллельным направлениям света и \mathfrak{B} , появляется разность потенциалов, а при замыкании торцов в цепи возникает ток.

Фотоэлектромагнитная эдс может быть намного больше, чем рассмотренные выше фотоэдс. Так, например, в высокоомных кристаллах закиси меди, в которых она была впервые обнаружена, при $\mathfrak{B} \sim 10^3$ Гс ее величина могла достигать многих десятков вольт.

Физическая причина фотоэлектромагнитного эффекта (ФЭМ) заключается в отклонении потоков диффузии фотоэлектронов и фотодырок в магнитном поле (Я. И. Френкель). Полупроводник везде в дальнейшем будем считать изотропным. Направим ось X прямоугольной системы координат вдоль освещаемой поверхности, ось Y — перпендикулярно этой поверхности, а ось Z — по направлению \mathfrak{B} (рис. 11.15). Если бы магнитного поля не было, то потоки фотодырок и фотоэлектронов были бы направлены перпендикулярно к освещаемой поверхности, т. е. вдоль оси Y , оба в одну и ту же сторону, а создаваемые ими токи j_p и j_n были бы противоположны. При включении магнитного поля, вследствие действия силы Лоренца, поток дырок отклоняется на угол Холла φ_p , а поток электронов —