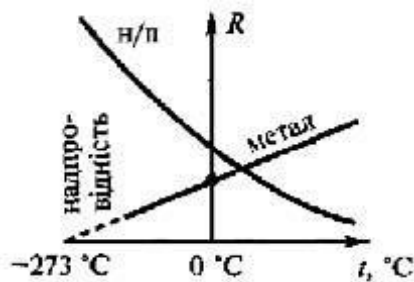


Напівпровідники та їх властивості

Будова і властивості напівпровідників

За якими ж ознаками з величезної кількості речовин, що існують у природі чи можуть бути створені штучно, вибирають ті речовини, які сьогодні називають напівпровідниками? Пригадайте, як залежить опір металевих провідників від температури. Якщо взяти металевий, наприклад залізний, провідник і нагрівати його в полум'ї свічки, то сила струму в колі зменшуватиметься. Якщо при цьому напруга на ділянці кола підтримується сталою, то можна зробити висновок, що з підвищенням температури опір металевих провідників зростає. Графік такої залежності зображено на малюнку.

Якщо ж нагрівати напівпровідникову речовину, то сила струму в колі зростатиме. Отже, на відміну від металевих провідників, опір яких під час нагрівання зростає, опір напівпровідників зменшується з підвищенням температури.



Саме за цією ознакою і вибирають напівпровідникові речовини, що використовуються в сучасній техніці. Причина такої залежності полягає в тому, що під час нагрівання напівпровідників у них різко зростає кількість вільних носіїв заряду, які можуть утворювати струм.

Зменшення опору сірчастого срібла (Ag_2S) ще в 1833 р. спостерігав видатний англійський учений М. Фарадей. Сьогодні ця властивість напівпровідників широко використовується в приладах, що називаються термісторами — датчиками температури в електричних термометрах, терморегуляторах тощо. Пізніше, а саме у 1873 р., В. Сміт спостерігав зміну опору кристалічного селену під час освітлення, що стало основою для виготовлення фоторезисторів — складової приладів для вимірювання світлових величин, вмикання світла з настанням темряви чи його вимикання зі сходом сонця (так звані фотореле).

Дослідження показали, що на властивості напівпровідників впливають рентгенівські промені, радіоактивне випромінювання, магнітні поля, механічні деформації та ін. З усього сказаного можна зробити висновок: напівпровідники — це речовини, які за своїм питомим опором займають проміжне місце між провідниками і діелектриками. Опір напівпровідників під час нагрівання зменшується, він також залежить від освітленості, різних видів випромінювання тощо.

До напівпровідників належать деякі речовини, утворені хімічними елементами (Силіцій, Германій, Селен та ін.), а також оксиди (Cu_2O , ZnO та ін.), сульфід (PbS , Ag_2S , CdS та ін.) та велика кількість природних і штучних речовин. Винятково важливі властивості напівпровідників зумовили їх широке використання в техніці.

Розрізняють електропровідність напівпровідників власну і домішкову.

Власна та домішкова провідність напівпровідників

Власна провідність напівпровідників, зумовлену електронами, називають електронною провідністю або провідністю n - типу. У зовнішньому полі електрон валентної зони може переміщуватись на місце дірки на вищому сусідньому рівні, а дірка з'являється на тому місці, звідки вийшов електрон. Такий процес заповнення дірок електронами рівнозначний переміщенню дірки в напрямі поля. Провідність власних напівпровідників, зумовлена квазічастинками – дірками, називають дірковою провідністю або провідністю p - типу.

Отже, у власних напівпровідниках спостерігається два механізми провідності – електронний і дірковий.

Домішкова провідність. Під домішками розуміють введені у кристалічну решітку атоми інших елементів. Домішки відіграють подвійну роль. В одних випадках вони є додатковими постачальниками електронів у кристалі, атоми таких домішок називають донорами. Домішки, атоми яких є центрами захоплення електронів у кристалах називаються акцепторами – споживачами.

Розглянемо домішкову електронну провідність на прикладі германію з домішками атомів миш'яку. Германій – чотиривалентний елемент, а миш'як – п'ятивалентний. Коли в кристалічній решітці атом германію заміщується атомом миш'яку, чотири електрони миш'яку утворюють міцний парноелектронний зв'язок з чотирма сусідніми атомами германію, а п'ятий електрон миш'яку слабо зв'язаний із своїм атомом, легко робиться вільним навіть при кімнатній температурі. Домішкові атоми миш'яку є донорами електронів. Під впливом електричного поля в напівпровіднику буде струм провідності. такий напівпровідник має властивість електронної домішкової провідності, або провідності n - типу.

Домішкову діркову провідність германій матиме тоді, коли домішковий елемент буде тривалентний, наприклад, індій, бор. Коли атом германію заміщується атомом індію, останній утворює міцний зв'язок тільки з трьома валентними електронами германію і для утворення повного парноелектронного зв'язку не вистачає одного електрона. Тому один з електронів сусіднього атома германію заповнює в атомі індію валентний четвертий зв'язок. Атоми індію стають центрами захоплення електронів. На місці електрона, який відірвався від германію, з'являється "позитивна дірка". Ця дірка заповнюється електроном від сусіднього атома германію. Процес повторюється: дірки безладно переміщуються в об'ємі напівпровідника. Під впливом електричного поля дірки утворюватимуть струм.