

20.01.2023

Група 26

Фізика і астрономія

Урок № 43

Тема уроку: Електронно-дірковий перехід: його властивості і застосування. Напівпровідникова елементна база сучасної мікроелектроніки.

Мета уроку:

навчальна – з'ясувати механізм електропровідності напівпровідників при наявності домішок, ознайомити учнів з будовою та призначенням основних напівпровідникових приладів, систематизувати знання про застосування напівпровідників;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

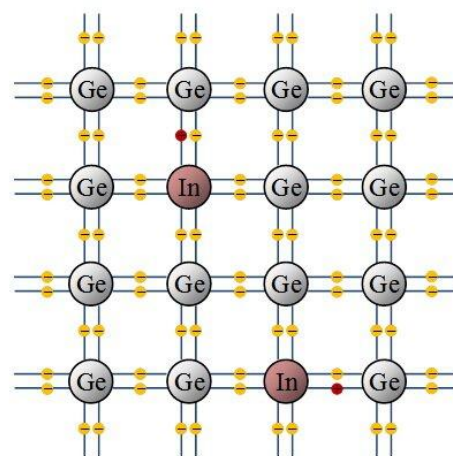
виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

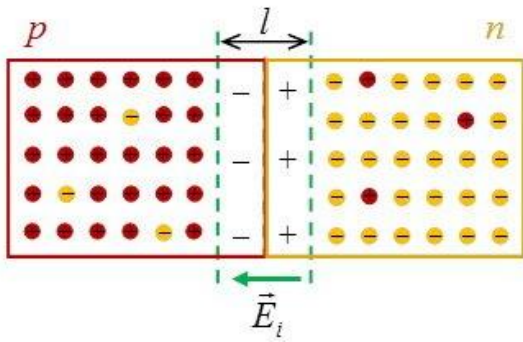
Матеріал до уроку

Напівпровідники з донорною провідністю мають більшу кількість електронів порівняно з кількістю дірок. Їх називають **напівпровідниками *n*-типу**. У них електрони є **основними** носіями заряду, а дірки - **неосновними**.

Коли як домішку використовують індій (*In*), атоми якого тривалентні, то характер провідності силіцію зміниться. Тепер для встановлення нормальних парно-електронних зв'язків із сусідами атома індію не вистачає електрона. Унаслідок цього утворюється дірка. Кількість дірок у кристалі дорівнюватиме кількості атомів домішки. Домішки цього типу називають **акцепторними** (приймальними). Напівпровідники з переважанням діркової провідності над електронною називають **напівпровідниками *p*-типу**. Основними носіями заряду таких напівпровідників є дірки, а неосновними - електрони.

Цікаві явища спостерігаються під час контакту напівпровідників *n*- і *p*-типів.





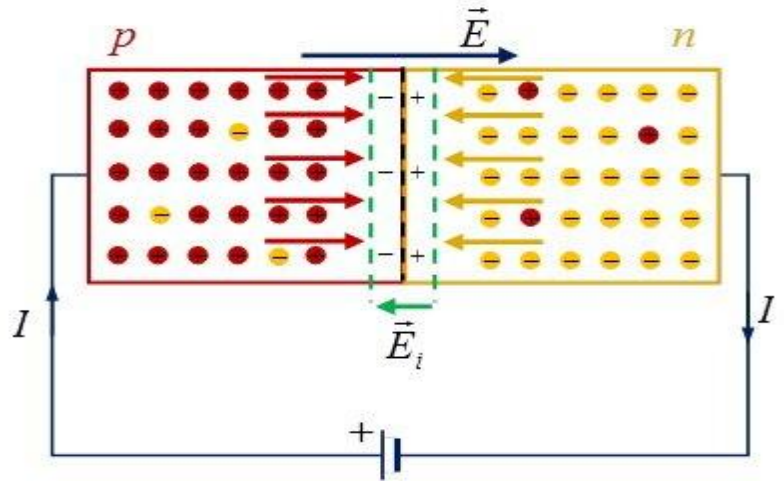
залишаться не скомпенсований позитивний іон донора. Перейшовши в область з дірковою провідністю, електрон дуже швидко рекомбінує з діркою, при цьому в області р-типу утворюється не скомпенсований іон акцептора.

Аналогічно електронам, дірки з області р-типу переходять в електронну область, залишаючи в діркової області не скомпенсований негативно заряджений іон акцептора. Перейшовши в електронну область, дірка рекомбінує з електроном. У результаті цього в електронній області утворюється не скомпенсований позитивний іон донора. В результаті дифузії на границі між цими областями утворюється подвійний електричний шар різнойменно заряджених іонів, товщина якого не перевищує часток мікрометра.

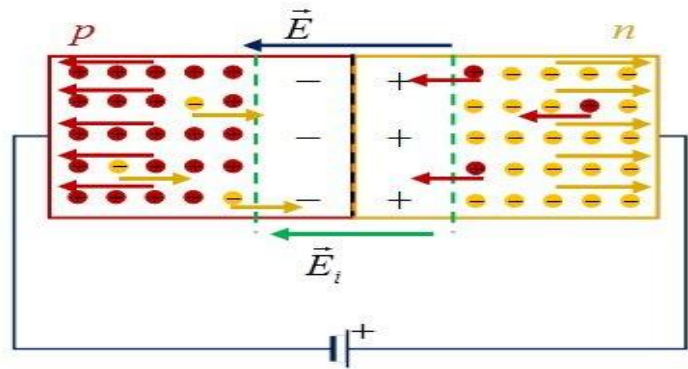
Між шарами іонів виникає електричне поле з напруженістю E_i . Електричне поле електронно-діркового переходу (р-п-перехід) перешкоджає подальшому переходу електронів і дірок через межу розділу двох напівпровідників. Замикаючий шар має підвищений опір в порівнянні з іншим об'ємом напівпровідників.

Зовнішнє електричне поле з напруженістю E впливає на опір замикаючого електричного поля. Якщо n-напівпровідник підключений до негативного полюса джерела, а плюс джерела з'єднаний з р-напівпровідником, то під дією електричного поля електрони в n-напівпровіднику і дірки в р-напівпровіднику будуть рухатися назустріч один одному до межі розділу напівпровідників. Електрони, переходячи кордон, «заповнюють» дірки. При такому прямому напрямку зовнішнього електричного поля товщина замикаючого шару і його опір безперервно зменшуються. В цьому напрямку електричний струм проходить через р-п-перехід, провідність усього зразка велика, а опір малий. Такий перехід називають **прямим**.

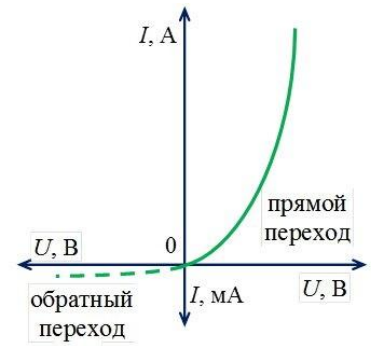
Припустимо, у нас є кристал, в якому зліва знаходиться область напівпровідника з дірковою (р-типу), а праворуч - з електронною (n-типу) провідністю. Завдяки тепловому руху при утворенні контакту електрони з напівпровідника n-типу будуть переходити в область р-типу. При цьому в області n-типу



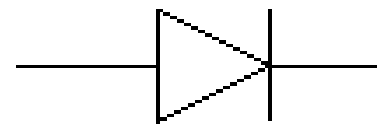
Якщо *n*-напівпровідник з'єднаний з позитивним полюсом джерела, а *p*-напівпровідник - з негативним, то електрони в *n*-напівпровіднику і дірки в *p*-напівпровіднику під дією електричного поля будуть переміщатися від межі розділу в протилежні боки. Це призводить до потовщення замикаючого шару і збільшення його опору. Напрямок зовнішнього електричного поля, що розширює замикаючий шар, називається замикаючим (зворотнім). При такому напрямку зовнішнього поля електричний струм основних носіїв заряду через контакт двох *p*-і *n*-напівпровідників не проходить. Цей перехід називають **зворотним**.



На вольт-амперній характеристиці залежність сили прямого струму від напруги зображено лінією зростаючою в додатному напрямі осі напруги U . Після перемикання полюсів батареї, коли потенціал напівпровідника *p*-типу буде від'ємним, а потенціал напівпровідника *n*-типу - додатним, опір переходу зростає, а струм стає незначним. Напрямок руху дірок протилежний рухові електронів. Тому напівпровідники мають електронну і діркову провідності.



Сила зворотного струму майже не змінюється у разі зміни напруги. Створюючи в одному кристалі (наприклад, германію) *p-n* перехід вплавленням в одну з його поверхонь домішки індію, можна виготовити **напівпровідниковий діод**. Щоб позбавитися шкідливих впливів повітря і світла, кристал германію вміщують у герметичний металевий корпус.



Діоди використовують для випрямлення струму в радіосхемах. Напівпровідниковий діод має переваги перед електронними двоелектродними лампами: економія енергії для одержання носіїв струму, мініатюрність, висока надійність і тривалий термін дії.

Діод має односторонню провідність - сила прямого струму у разі навіть невеликих напруг значно більша від зворотного струму за такої самої напруги. Недоліками цих діодів є погіршення їх роботи з підвищенням температури і вологості.

Перевірте себе

1. Який тип провідності мають напівпровідники?
 - а) діркова;

- б) вакуумна;
- в) електронна;
- г) дисоціативна.

2. Що таке дірка?

- а) місце з надлишковим електроном;
- б) місце з нестачею одного електрона;
- в) місце з надлишковим протоном;
- г) місце з нестачею одного протона.

3. Власна провідність напівпровідників – це:

- а) провідність чистих напівпровідників, яка зумовлена рухом основних носіїв заряду в чистих напівпровідниках – електронів і дірок;
- б) провідність чистих напівпровідників, яка зумовлена рухом основних носіїв заряду в чистих напівпровідниках – йонів;
- в) провідність чистих напівпровідників, яка зумовлена рухом основних носіїв заряду в чистих напівпровідниках – електронів;
- г) провідність домішкових напівпровідників, яка зумовлена рухом основних носіїв заряду в чистих напівпровідниках – електронів і дірок.

4. Напівпровідники з дірковою провідністю – це:

- а) напівпровідники $n - p$ – типу;
- б) напівпровідники n – типу;
- в) напівпровідники $v - p$ – типу;
- г) напівпровідники p – типу.

Домашнє завдання

Написати конспект.

Зворотній зв'язок

Е-mail vitasergiivna1992@gmail.com

!!! у повідомленні з д/з не забуваємо вказувати прізвище, групу і дату уроку.