

4 ПРИЙМАЧІ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Фотоприймач – приймач оптичного випромінювання – прилад, в якому під дією оптичного випромінювання відбуваються зміни, що дозволяють виявити і зміряти характеристики випромінювання. В основному в основі роботи напівпровідникових фотоприймачів лежить використання *внутрішнього фото ефекту*, але можуть бути використані і інші ефекти.

При проходженні світла через речовину його інтенсивність знижується. Взаємодія світла з речовиною може відбуватися без зміни енергії фотонів і із зміною. Процеси взаємодії без зміни енергії фотонів включають віддзеркалення, заломлення, розсіяння, пропускання світла, обертання площини поляризації і ін. Процеси взаємодії із зміною енергії фотонів включають різні види поглинання. Частина енергії випромінювання поглинається в речовині, отже, збільшується енергія електронів в ній.

У загальному випадку необхідно враховувати *7 механізмів поглинання оптичного випромінювання* [11-15]

1 – фотогенерація електронно-діркових пар (власне поглинання)

2,3 – домішкове поглинання

4 – внутрішньоцентрове поглинання

5 – поглинання екситона

6 - електронне поглинання, що викликає збільшення енергії електронів без збільшення їх концентрації

7 – фононне поглинання, тобто поглинання кристалічною решіткою.

Сонячні батареї

Сонячні перетворювачі (сонячні елементи) - *фотодіоди, оптимізовані для прямого перетворення випромінювання сонця в електричну енергію, – працюють тільки у фотовентильному режимі.*

Найбільш поширені сонячні елементи на основі монокристалічного кремнію є p+-p (p+-n) фотодіодами з максимальною площею фоточутливого вікна і з оптимальними значеннями товщини і опору базовій області, що забезпечують поглинання фотонів і збирання фотонів. ККД сонячних елементів залежить від величини ширини забороненої зони напівпровідникового матеріалу E_g . Якщо E_g велика – частина спектру не поглинається, якщо E_g мала – мале значення ФОВОДС ($V_{XX} \leq E_g$). Максимальне значення ККД спостерігається для напівпровідників з шириною забороненої зони ~ 1.4 eV (GaAs). Максимальне значення ККД досягає 22-24% для Si, InP, GaAs, і ін.

5 ОПТРОНИ

Оптроном є *прилад, що містить джерело і приймач випромінювання, які оптично і конструктивно зв'язані.*

Джерелами випромінювання можуть бути лампи розжарювання, неонові лампи, електролюмінесцентні випромінювачі, але найчастіше використовуються світлодіоди.

Приймачі – фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри.

Середовище оптичного каналу – повітря, скло, пластмаса або інша прозора речовина.

Елементарний оптрон містить 1 джерело і 1 приймач, тому носить назву оптопара, складніші оптрони, об'єднані в ІМС з одним або декількома пристроями, що погоджують або підсилюють, називають оптоелектронними ІМС.

Особливість оптронів полягає в подвійному перетворенні енергії, зазвичай електричної в оптичну і назад з електричним входом і виходом.

Для узгодження параметрів оптронів з іншими елементами електронних схем використовуються додаткові вхідні і вихідні пристрої.

Якщо джерело і приймач електрично не сполучені, то реалізується гальванічна розв'язка входу і виходу. Введення електричного і (або) оптичного зворотного зв'язку істотно розширює можливості генерування, посилення оптичних і електричних сигналів, ЗУ і ін.

Достоїнства оптронів є: висока перешкодозахисна і однонаправленість передачі сигналів; широка частотна смуга пропускання (можливість передачі як імпульсних, так і постійних сигналів); сумісність з іншими виробами мікроелектроніки.

До недоліків приладів відносяться: низький ККД, пов'язаний з подвійним перетворенням енергії; чутливість параметрів до зміни температури; високий рівень власних шумів; гібридна технологія.

Основними елементами оптопар є джерела і приймачі оптичного випромінювання, а також середовища оптичних каналів. Елементи оптопар повинні бути узгоджені по спектральних характеристиках, швидкодії, температурних властивостях, габаритах.

Джерелами зазвичай є інжекційні діоди, випромінюючі в інфрачервоному діапазоні. Вимоги до них включають: високий ККД, необхідна швидкодія, вузька спрямованість випромінювання для зниження втрат енергії, малі вхідні струми для узгодження з мікроелектронними схемами управління, постійність квантового виходу в широкому діапазоні вхідних струмів. Для деяких пристроїв як джерела можна використовувати лазери, які можуть мати великі струми управління і вищу вартість.

Використовується 3 варіанти оптичних середовищ: 1 - полімерні оптичні клеї, лаки, в'язкі речовини (незасихаючі силіконові склади), деякі марки скла (наприклад, халькогенідні).

Як елемент електричної схеми *оптрон характеризується не випромінювачем, а типом використовуваного фотоприймача*, відповідно, розрізняють оптопари резисторного, діодного, транзисторного і тиристорного типів. Швидкодія оптопари обмежується параметрами фотоприймача.

Елементарним оптроном є чотирьохполюсний прилад, тому має 3 основних характеристики – вхідну, передавальну і вихідну.

Вхідна характеристика є ВАХ випромінювача.

Вихідна – соответствующая характеристика фотоприймача (при заданому струмі на вході оптрона).

Передавальна характеристика – залежність струму на виході J_2 від струму на вході J_1 (у загальному випадку нелінійна).

На рис. 5.2 показані найбільш типові конструкції оптопар.

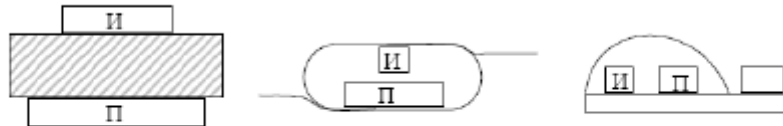


Рисунок 5.2- Прикладів типових конструкцій оптопар[12]

Для збільшення ефективності передачі світлового потоку від джерела до приймача використовують складніші конструкції оптронів.

Оптоелектронні мікросхеми можуть включати безкорпусні випромінюючі діоди, безкорпусні оптрони і ІМС.

Вживані в даний час оптрони є гібридними пристроями, що відноситься до конструктивних недоліків. Розробляються також монолітні оптопари, які є інтегрованими твердотільними випромінюючими і приймальними структурами, що виготовляються в одному технологічному процесі. На рис. 5.4 показані варіанти монолітних пристроїв.

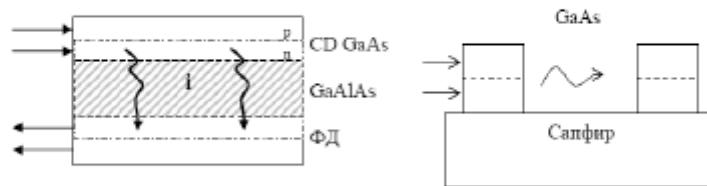


Рисунок 5.4 - Приклади конструкцій оптронів на основі монолітних пристроїв[15]

Позначення оптронів: 1-а буква або цифра - матеріал випромінювача (А або З – GaAs або GaAlAs); 2-я буква - О – оптрони; 3-я буква - тип фотоприймача: Д -фотодиод, Т – фототранзистор, У – фототиристор; Цифри – місце у відповідній групі (по параметрах).

Шари фотопровідника, непрозорого діелектрика або провідника і електролюмінофора тут розміщуються між двома прозорими електродами, на які подається висока напруга. Фотопровідник має високий темновий опір, тому у відсутність падаючого випромінювання на нього доводиться велика частина падіння напруги. При освітленні опір фотопровідника значно зменшується і відбувається перерозподіл напруги, поле в електролюмінофорі зростає, що приводить до генерації випромінювання.

Оптрони з оптичним входом і виходом доцільно використовувати для створення підсилювачів і перетворювачів зображення (наприклад, ІЧ у видиме, когерентне в некогерентне).