## Лекція 9. (11.05.2020 11:40-13:00).

## Джерела оптичних випромінювань

### 16.2.1. Коротка характеристика основних джерел оптичних випромінювань

Джерела оптичного випромінювання поділяються на теплові та люмінесцентні. До теплових належать лампи розжарювання, до люмінесцентних – газорозрядні лампи, електролюмінофори, оптичні квантові генератори і світлодіоди.

### 16.2.2. Лампи розжарювання

Лампи розжарювання мають тіло розжарювання звичайно у вигляді тонкої спіралі. Спектр випромінювання складний. Спектральний розподіл енергії випромінювання та інтегральна світність ламп розжарювання дуже залежать від температури тіла розжарювання і, отже, від режиму живлення.

До ламп розжарювання, що застосовуються в оптоелектронних перетворювачах, ставляться підвищені вимоги щодо якості скла балонів, форми та відносного розміщення тіла розжарювання.

Лампи розжарювання – високоінерційні джерела світла, тому їх використовують в режимі постійного світіння. Основні різновиди та технічні параметри ламп розжарювання наведені в [55].

### 16.2.3. Газорозрядні джерела світла

Світіння газорозрядних джерел світла виникає в результаті проходження електричного струму через газ або через пару.

Розрізняють газорозрядні джерела дугового, тліючого та імпульсного розрядів, а залежно від величини тиску в колбі – лампи низького, високого та надвисокого тиску.

Для досягнення великої яскравості світіння використовують ртутно-кварцові лампи надвисокого тиску. Випромінювання ртутно-кварцових ламп має лінійчастий спектр.

Широко застосовуються в оптоелектроніці електролюмінесцентні джерела.

Світіння електролюмінофорів може збуджуватися або електричним полем, що прикладається до електролюмінесцентного конденсатора, або силою струму, який протікає через електролюмінесцентну комірку.

### 16.2.4. Електролюмінесцентний конденсатор

Електролюмінесцентний конденсатор (рис. 16.4) складається з підкладки 1, на яку наноситься провідний шар 2 (електрод), шару електролюмінофору 3, захисного шару 4, а також другого електроду 5.



Рис. 16.4. Електролюмінесцентний конденсатор

Електролюмінесценція спостерігатиметься за наявності різниці електричних потенціалів між електродами.

Якщо світло виходить з боку підкладки, то остання виконується прозорою.

Як провідне покриття найчастіше використовують оксиди різних металів.

Матеріали електролюмінофорів – монокристалічні сполуки другої та шостої груп періодичної системи елементів (сполуки цинку та кадмію з сіркою і селеном), активовані різними домішками.

Спектральні характеристики найпоширеніших електролюмінофорів розміщені в діапазоні довжин хвиль близько 0,4...0,6 мкм.

Випромінювання джерел характеризується вузькою спрямованістю з півшириною спектрів порядку 0,05...0,1 мкм.

### 16.2.5. Інжекційні світлодіоди

Інжекційні світлодіоди (рис. 16.5) – це випромінювальний *р-п* перехід, світіння якого зумовлене інтенсивною рекомбінацією в ньому носіїв струму при зміщенні переходу в прямому напрямі.



Рис. 16.5. Конструкції інжекційних світлодіодів

Матеріали для цих джерел – арсенід галію, фосфід галію, карбід кремнію тощо.

Світло в інжекційних діодах генерується поблизу поверхні *р-п* переходу, звідки воно поширюється практично прямолінійно в усіх напрямах.

Найпростішою є плоска конструкція (рис. 16.5, а). Вона дає змогу виготовляти діоди з відносно великою поверхнею (кілька квадратних міліметрів), але з порівняно невисокими ККД.

Перевага надається півсферичним світлодіодам (рис. 16.5, б), ефективність світіння яких на порядок вища, ніж плоских.

Основні характеристики світлодіодів, що випускаються серійно, наведені в [58].

### 16.2.6. Оптичні квантові генератори (лазери)

Оптичні квантові генератори (лазери) дають змогу отримувати інтенсивне направлене когерентне випромінювання.

Для генерації когерентного випромінювання в активній речовині потрібно створити інверсну населеність рівнів, тобто такий різкий неврівноважений стан, при якому концентрація електронів на вищому енергетичному рівні більша за їх концентрацію на нижчому рівні. Інверсія населеності може бути створена в результаті таких зовнішніх впливів, як розряд в газах, збудження світлом або електронним пучком, інжекція носіїв заряду *р-п* переходом.

Для того щоб систему перетворити в генератор, потрібно створити додатний зворотний зв'язок, тобто частину підсиленого вихідного оптичного сигналу подати на вхід. З цією метою використовуються різні резонатори.

Типовий оптичний резонатор складається з двох дзеркал, що забезпечують багаторазове проходження світлової хвилі через активну речовину.

Для виведення випромінювання дзеркала виконують прозорими.

Основні характеристики лазерів: потужність випромінювання *Р*випр, поріг генерації, ККД, довжина хвилі *λ*, ширина спектральної лінії Δ*λ*, кут розходження променя.

Найпоширенішими є три типи лазерів: газові, твердотільні, напівпровідникові.

Малопотужні газові лазери ЛГ-18, ЛГ-55, ЛГ-56 з активною речовиною у вигляді гелієво-неонової суміші мають такі характеристики: довжина хвилі випромінювання 632,8 нм, потужність випромінювання від 0,5 мВт (ЛГ-18) до 2 мВт (ЛГ-56), площа перерізу пучка 1...4 мм, кут розходження пучка не більш як 10'.

В твердотільних лазерах як активна речовина використовується кристалічний або аморфний діелектрик, наприклад рубін, що містить центри люмінесценції.

Основні переваги твердотільних лазерів порівняно з газовими: велика потужність випромінювання (особливо в імпульсному режимі), високий ККД, відносно малі габаритні розміри (одиниці та десяті частки сантиметра).

До недоліків таких лазерів слід віднести необхідність використовувати оптичне збудження, низьку довговічність.

В напівпровідникових лазерах активними речовинами звичайно є арсенід галію, фосфід галію, арсенід індію, кремній з домішкою індію. Інверсії населеності енергетичних рівнів можна досягти інжекцією носіїв заряду *р-п* переходом.

Основні переваги оптичних генераторів на напівпровідникових матеріалах – малі габаритні розміри, високий ККД, зручність збудження, висока швидкодія, можливість генерувати потрібну спектральну лінію, технологічна сумісність з елементами оптичних інтегральних схем [4].