

## **НАПІВПРОВІДНИКОВІ ІНДИКАТОРИ**

Напівпровідникові індикатори є одним з видів знакосинтезуючих індикаторів (ЗСІ), під якими розуміють прилади, де інформація, що призначена для зорового сприйняття, відображається за допомогою одного, або сукупності дискретних елементів. Напівпровідникові індикатори є активними знакосинтезуючими індикаторами, в яких використовується явище інжекційної електролюмінесценції. Високі технічні характеристики напівпровідникових індикаторів (НПІ) забезпечили їх успішне впровадження як елементів індикації в апаратурі, що використовується в приладах управління стаціонарним виробничо-технологічним устаткуванням, рухомими об'єктами, об'єктами побутового призначення та ін. Одною з переваг напівпровідникової технології індикаторів є можливість їх конструктивного виконання у вигляді уніфікованих модулів, що забезпечують можливість безшовного з'єднання. Крім того, модульність виконання індикаторів гарантує високу ремонтпридатність пристроїв відображення інформації. Іншою не менш важливою перевагою НПІ є сумісність рівнів управляючої напруги і струму, що споживається з напругою логічних рівнів і струмом мікросхем. Це дозволяє значно скоротити об'єми схем управління елементами індикації і підвищити надійність індикаторних пристроїв і систем за рахунок використання елементної бази, виконаної лише за напівпровідниковою технологією.

### **Класифікація напівпровідникових індикаторів**

Напівпровідникові індикатори можуть бути класифіковані по вигляду інформації, що відображається, по вигляду інформаційного поля і за способом управління. Класифікація сучасних напівпровідникових індикаторів за вказаними класифікаційними ознаками приведена на рис.1. Одиничні індикатори складаються з одного елемента відображення і призначені в основному для представлення інформації у вигляді точки, або іншої геометричної фігури. Шкальні індикатори мають елементи відображення у вигляді правильних прямокутників і призначені для відображення інформації у вигляді рівнів або значень величин. Цифрові індикатори складаються, як правило, з елементів відображення у вигляді сегментів, і призначені для відображення цифрової інформації та окремих букв алфавіта. Буквенно-цифрові індикатори призначені для відображення інформації у вигляді букв, цифр, різних знаків. Одиничні елементи відображення таких індикаторів згруповані по рядкам і стовбцям.



Рис.1.

Графічні (матричні) індикатори дозволяють збирати модулі з елементів екрана різного розміру без втрати кроку. Графічні індикатори призначені для відображення будь-якої інформації.

Цифрові і буквенно-цифрові індикатори бувають одно- і багаторозрядні. Під одноразрядним розуміють індикатор, що має одне знакомісце.

Багаторозрядний індикатор має декілька фіксованих знакомісць. Цифрові, буквенно-цифрові, матричні та шкальні індикатори можуть бути без управління та з вбудованими схемами управління.

### Світлодіод

Світлодіод або світловипромінювальний діод (LED) - напівпровідниковий прилад з електронно-дірковим переходом, що створює оптичне випромінювання при пропущенні через нього електричного струму в прямому напрямку. Випромінюване світло лежить у вузькому діапазоні спектра. Його спектральні характеристики залежать значною мірою від хімічного складу використаних в ньому напівпровідників. Іншими словами, кристал світлодіода випромінює конкретний колір, на відміну від лампи, що випромінює більш широкий спектр і де конкретний колір відсіюється зовнішнім світлофільтром.

У порівнянні з іншими електричними джерелами світла (перетворювачами електроенергії в електромагнітне випромінювання видимого діапазону), світлодіоди мають наступні відмінності:

- висока світлова віддача;
- висока механічна міцність, вібростійкість (відсутність нитки розжарювання та інших чутливих складових);
- тривалий термін служби: від 30.000 до 100.000 годин (але і він не нескінченний: при тривалій роботі і / або поганому охолодженні відбувається «отруєння» кристала і поступове падіння яскравості);
- мала інерційність (включаються відразу на повну яскравість);
- кількість циклів включення-виключення не роблять істотного впливу на термін служби світлодіодів;
- різний кут випромінювання: від 15 до 180 градусів;
- низька вартість індикаторних світлодіодів, але відносно висока вартість при використанні в освітленні, яка знизиться при збільшенні виробництва і продажів;
- безпеку (не потрібні високі напруги, низька температура світлодіода або арматури, зазвичай не вище 60 градусів Цельсія);
- нечутливість до низьких і дуже низьких температур (проте, високі температури протипоказані);
- екологічність (відсутність ртуті, фосфору і ультрафіолетового випромінювання).

#### **Застосування світлодіодів:**

- у вуличному, промисловому, побутовому освітленні (світлодіодна стрічка);

- як індикаторів (у вигляді одиночних світлодіодів або цифрового або буквено-цифрового табло);

- у великих вуличних екранах, в біжучих рядках;

- як джерело світла в ліхтарях і світлофорах;

- в якості джерел модульованого оптичного випромінювання

(передача сигналу по оптоволокну, пульти ДУ);

- в підсвічуванні РК-екранів (мобільні телефони, монітори, телевізори і т.д.);

- в іграх, іграшках, значках, USB-пристроях та інше;

- в світлодіодних дорожніх знаках.

До світловипромінювальних діодів відносять як діоди видимого випромінювання, так і інфрачервоного випромінювання. Світлодіоди, що випромінюють енергію у видимій області спектра, призначені для візуального сприйняття інформації та працюють з біологічним приймачем – оком. Інфрачервоні світлодіоди випромінюють енергію в інфрачервоній області спектра і працюють з фізичним приймачем. Випромінювання виникає в області р-п-переходу при протіканні по ньому прямого струму в результаті рекомбінації носіїв заряду (електронів і дірок). При цьому вони переходять з більш високого енергетичного рівня на більш низький, а надлишкова енергія виділяється у вигляді випромінювання. Довжина хвилі  $\lambda$  потоку, що випромінюється визначається різницею енергетичних рівнів  $\Delta E$ , між якими відбувається обмін:

$$h\nu = \Delta E$$

де  $h$  – стала Планка,  $c$  – швидкість світла.

Зазвичай  $\Delta E$  практично дорівнює ширині забороненої зони напівпровідника, на основі якого виготовлений діод. Діапазон довжин хвиль видимого світла становить  $0,45 \text{ мкм} \leq \lambda \leq 0,68 \text{ мкм}$ . Для виготовлення світлодіодів застосовують напівпровідникові матеріали з порівняно великою шириною забороненої зони  $E_p > 1,8 \text{ eV}$ , такі як фосфід галію, карбідкремнію і тверді розчини, що мають в своєму складі галіймиш'як-фосфор або галій-миш'як-алюміній. Колір випромінювання світлодіодів можна змінювати в деяких межах шляхом додавання в напівпровідниковий матеріал атомів речовин – активаторів. Наприклад, залежно від концентрації цинку і азоту в фосфіді галію колір світіння може

змінитися від червоного до зеленого. Існують світлодіоди з керованим кольором світіння (наприклад типу АЛС331А), що містять в корпусі два світловипромінювальних переходи, один з яких має різко виражений максимум спектральної характеристики в червоній смузі, інший - в зеленій. Колір випромінювання такого світлодіоду залежить від співвідношення струмів через переходи.

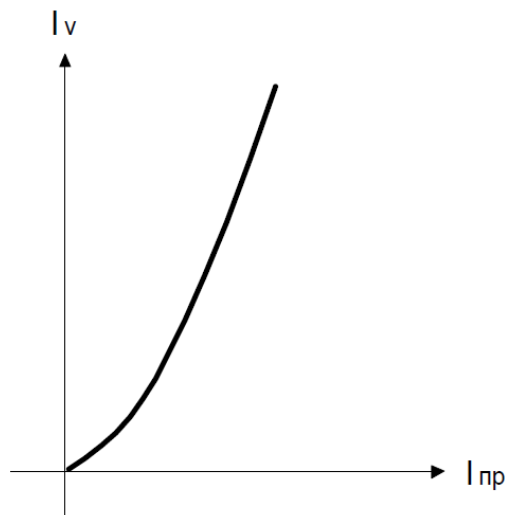
До параметрів світлодіодів відносять:

- – силу світла  $I_v$  - випромінюваний діодом світловий потік при заданому значенні прямого струму, який припадає на одиницю тілесного кута, в напрямку, перпендикулярному до площини випромінюючого кристала, вимірюється в канделах;
- – яскравість  $L$  - величина, що дорівнює відношенню сили світла до площі поверхні, що світиться;
- – пряме падіння напруги на світлодіоді  $U_{пр}$  при постійному прямому струмі;
- – максимально допустимий прямий струм ( $I_{max. пр}$ );
- – максимально допустима зворотна напруга ( $U_{max. зв}$ ); максимум спектрального розподілу  $\lambda_{max}$  – довжина хвилі світлового випромінювання, що відповідає максимуму спектральної характеристики випромінювання світлодіоду.

#### **Основною характеристикою світлодіоду є:**

- яскравісна характеристика  $L = f(I_{пр})$ , що являє собою залежність яскравості від прямого струму,
- світлова характеристика  $I_v = f(I_{пр})$  – залежність сили світла від прямого струму світлодіоду.
- вольт-амперна характеристика світлодіоду  $I_{пр} = f(U_{пр})$  аналогічна характеристиці звичайного діода.

Світло, що випромінюється напівпровідниковим кристалом, відбивається від рефлектора і проходить через прозорий або напівпрозорий корпус.

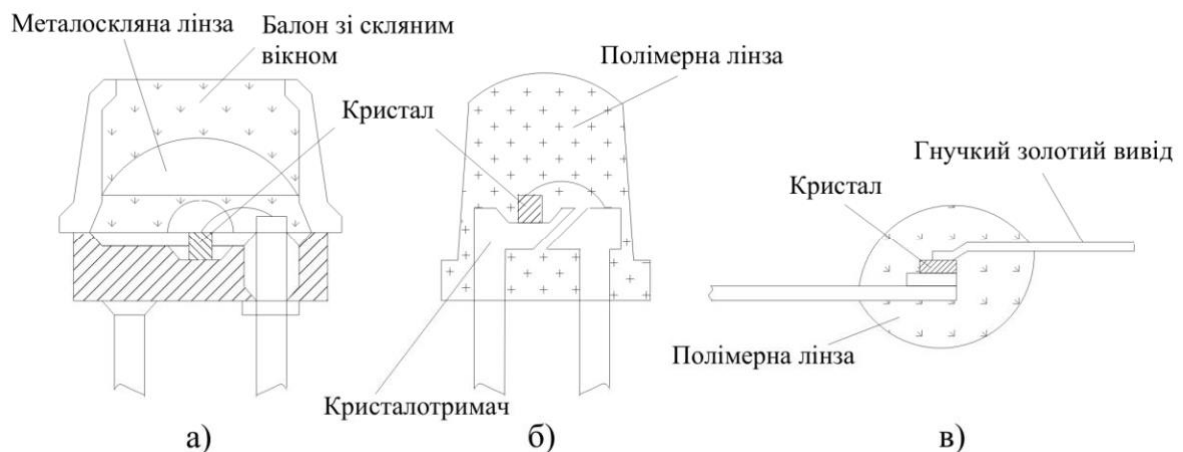


### Типи світловипромінюючих діодів

Світловипромінюючі діоди, які випускаються промисловістю, за своєю конструкцією можуть бути розділені на наступні групи:

- 1) в металоскляному корпусі (а);
- 2) в конструкції з полімерною герметизацією на основі металоскляної ніжки, або рамочного утримувача (б);
- 3) безкорпусні (в).

Перші з них характеризуються високою надійністю і стабільністю параметрів, механічною і кліматичною стійкістю. Другі мають такі переваги: за рахунок полімерного герметичного корпусу можливе забезпечення перерозподілу світлового потоку як у напрямі звуження діаграми спрямованості, так і у напрямі її розширення; полімерна герметизація збільшує зовнішній квантовий вихід випромінювання за рахунок збільшення кута повного внутрішнього віддзеркалення на межі кристал-полімер; велика стійкість до ударних і вібраційних навантажень; можливо отримати менші габарити; простіші в технології виготовлення, і



тому мають меншу вартість. Безкорпусні світлодіоди використовуються в герметичній апаратурі.

Наявність ізолюючого корпусу приводить до додаткового зниження ефективності випромінювання за рахунок поглинання в корпусі. Тому кожен корпус світлодіода характеризується оптичною ефективністю, або коефіцієнтом виходу світла  $\eta_{\text{опт}}$ , а якість світлодіода визначається зовнішнім квантовим виходом.

### **Завдання:**

1. Схеми включення одиничних світлодіодів.
2. Пристрої на світловимірювальних діодах.
3. Світлодіодні екрани, їх структура та класифікація.