

## Лекція 5. ІНТЕГРАЛЬНІ МІКРОСХЕМИ

### 5.1. Загальні відомості

### 5.2. Напівпровідникові ІМС

### 5.3. Плівкові ІМС

### 5.4. Гібридні ІМС

### 5.5. Призначення і параметри ІМС

#### 5.1. Загальні відомості

Бурхливий розвиток техніки, що у наш час значною мірою залежить від розвитку електроніки, призводить до значного ускладнення електронних пристроїв. Це, у свою чергу, веде до збільшення кількості елементів у пристроях.

Так, середньостатистична кількість активних (діоди, транзистори, лампи) та пасивних (резистори, конденсатори, дроселі) елементів електронних пристроїв складала: у 1950 р. –  $10^4$  шт.; у 1975р. –  $10^6 \div 10^7$  шт.; у 1985р. –  $10^8$  шт.; у 1995р. –  $10^9$  шт. Таке зростання складності електронних пристроїв призводить до виникнення низки проблем, основними з яких є:

- 1) надійність електронних елементів і електричних зв'язків між ними (а, отже, і надійність пристрою в цілому);
- 2) мініатюризація електронних елементів;
- 3) зниження споживаної потужності.

Неможливість вирішення зазначених проблем за використання розглянутих вище дискретних електронних приладів призвело до виникнення нового напрямку в електроніці – створення інтегральних мікросхем.

Інтегральна мікросхема (ІМС) – це електронний прилад із високою щільністю пакування електрично-зв'язаних елементів, що виконує деяку функцію обробки або перетворення електричних сигналів і який, з точки зору конструктивно-технологічних та експлуатаційних вимог, є одним цілим.

Проектуванням, виготовленням та розробкою методів застосування ІМС займається мікроелектроніка.

За видом оброблюваної інформації ІМС поділяють на цифрові та аналогові.

Для характеризування ІМС використовують ступінь інтеграції та щільність пакування.

Ступінь інтеграції – кількість елементів  $N$ , що входять до складу ІМС. Він характеризується коефіцієнтом  $K = \lg N$ .

За складністю ІМС поділяють на чотири групи:

- 1 – малий ступінь інтеграції (до 10 елементів у схемі включно);
- 2 – середній ступінь інтеграції (до 100 елементів у схемі включно);
- 3 – великий ступінь інтеграції (до 1000 елементів у схемі включно);
- 4 – надвеликий ступінь інтеграції (понад 1000 елементів).

Щільність пакування – кількість елементів в одиниці площини ІМС.

Залежно від технології виготовлення ІМС поділяють на:

- напівпровідникові (всі елементи виконуються на основі єдиного кристалу НП);

- плівкові (плівкова інтегральна мікросхема - всі елементи і міжелементні з'єднання виконані у вигляді плівок: товстоплівкова інтегральна схема; тонкоплівкова інтегральна схема);

- гібридні (виконуються на основі безкорпусних дискретних електронних приладів, що прикріплюються до ізоляційної основи, на яку нанесено плівкові елементи – резистори, конденсатори і т. п., а також з'єднуючі провідники).

## 5.2. Напівпровідникові ІМС

Напівпровідникові виконуються на основі кристалу НП, де окремі його ділянки виконують ролі транзисторів, діодів, конденсаторів, резисторів і т. ін., і з'єднуються за допомогою алюмінієвих плівок, що наносяться на поверхню кристалу.

Електронні пристрої на напівпровідникових ІМС можуть мати щільність монтажу до 500 елементів у  $1 \text{ см}^3$  і цей параметр з року в рік зростає. Середній час безвідмовної роботи пристрою, що має  $10^7 \div 10^{10}$  елементів, сягає  $10^3 \div 10^4$  годин.

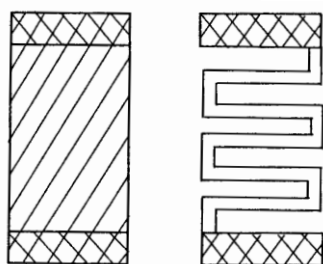
## 5.3. Плівкові ІМС

Плівковими мікросхемами називають схеми, що виконуються насадженням плівок різних матеріалів на ізоляційну основу (підкладку). Плівкова технологія дає можливість отримувати всі пасивні елементи схем (резистори, конденсатори та інші). Отримання активних елементів (діодів, транзисторів) пов'язане з великими технологічними складнощами створення монокристалічних напівпровідникових плівок на підкладках. Тому активні елементи виконують по звичайній технології виготовлення дискретних напівпровідникових пристроїв та монтують на готових підкладках.

## 5.4. Гібридні ІМС

Гібридні ІМС складаються з таких конструктивних вузлів:

- 1) ізоляційна основа із склопластику або керамічна, на поверхню якої у вигляді плівок нанесені резистори, конденсатори невеликої ємності, котушки невеликої індуктивності, електричні з'єднання;
- 2) дискретні безкорпусні НП прилади;
- 3) дискретні конденсатори великої ємності, трансформатори, дроселі;
- 4) ізоляційний корпус, що забезпечує герметизацію усіх елементів ІМС і має вивідні контакти.



а)

б)

Рис. 5.1 – Конструкція плівкових резисторів з малим (а) і великим (б) опором

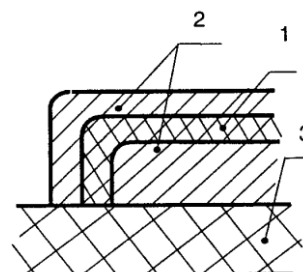


Рис. 5.2 – Конструкція плівкового конденсатора

На рис. 5.1 показано конструкцію плівкових резисторів із малим і великим опором. Тонку плівку з чистого хрому, ніхрому або танталу наносять безпосередньо на ізоляційну основу. У такий спосіб одержують резистори з опором від 0,001 до десят-ків кілоом. Щоб одержати більш високоомні резистори (до десятків мегаом), використовують металодіелектричні суміші (наприклад, хром та монооксид кремнію). На рис. 5.2 зображена конструкція плівкового конденсатора. Нижня та верхня обкладки конденсатора 2 є тонкими плівками із міді, срібла або золота. Діелектриком 1 є плівка із силікату алюмінію, двооксиду титану або кремнію. Розміщені вони на діелектричній основі 3.

Ємність таких конденсаторів може бути від десятих часток до десятків тисяч мікрофард.

Провідники виконують у вигляді тонкої (1 мкм) плівки із золота чи міді з підшаром нікелю або хрому.

Дискретні елементи із гнучкими виводами (золотий дріт діаметром 30÷50 мкм) приєднуються до плівкової мікросхеми пайкою або зваркою.

Електронні пристрої на гібридних ІМС можуть мати щільність монтажу до 60÷100 елементів на 1см<sup>3</sup>. За такої щільності об'єм пристрою, що має 10<sup>7</sup> елементів, може складати 0,1÷0,5 м<sup>3</sup>, а середній час безвідмовної роботи – 10<sup>3</sup>÷10<sup>4</sup> годин і більше.

### 5.5. Призначення і параметри ІМС

На відміну від дискретних елементів (діоди, транзистори), ІМС являють собою функціональні пристрої, призначені для перетворення електричних сигналів або енергії.

Залежно від призначення ІМС, для неї можуть нормуватися різні параметри, що характеризують її як функціональний пристрій в цілому.

За призначенням усі ІМС поділяються на два класи:

- 1) лінійно-імпульсні (або аналогові);
- 2) логічні (або цифрові).

До лінійно-імпульсних належать ІМС, що виконують функції перетворення й обробки електричних сигналів, які змінюються за законом безперервної функції. До них належать різні підсилювачі, генератори, стабілізатори струму та напруги.

Основні параметри підсилювачів:

- коефіцієнт підсилення за напругою  $K_u$ ;
- вхідний опір  $R_{вх}$ ;
- максимальна вихідна напруга  $U_{вих max}$ ;
- робочий діапазон частот.

Основні параметри стабілізаторів:

- коефіцієнт стабілізації  $K_{ст}$ ;
- напруга стабілізації  $U_{ст}$ ;
- максимальна потужність  $P_{max}$ ;
- діапазон зміни вхідної напруги.

До логічних (цифрових) належать ІМС, що виконують функції перетворення й обробки електричних сигналів, які змінюються за законом дискретної функції (зазвичай це двійковий цифровий код).

Параметри таких схем:

- рівень логічного нуля;
- рівень логічної одиниці;
- швидкодія.

Основні переваги ІМС:

- висока надійність;
- малі габарити і маса;
- незначна споживана потужність;
- невисока вартість;
- високий рівень швидкодії.

Недолік – невелика вихідна потужність (50÷100 мВт).

Проте за ІМС майбутнє, бо завдяки створенню мікропроцесорів та внаслідок розвитку інформатики стала можливою побудова функціонально різних електронних пристроїв на однотипних елементах (давачі, перетворювачі аналогових сигналів у цифрові, процесори, вузли пам'яті, перетворювачі цифрових сигналів в аналогові у поєднанні з виконавчими потужними пристроями на дискретних елементах). При цьому алгоритм обробки електричних сигналів визначається заданою програмою роботи пристрою і набір виконуваних функцій фактично залежить від програми, а не від схеми пристрою.