

План лекції

- Основні принципи планарної технології.
- Типова схема планарного технологічного процесу, перспективи її розвитку.
- Класифікація технологічних процесів по способу обробки
- Інтеграція технологічних процесів в технологічні маршрути.
- Типові схеми технологічного маршруту виготовлення біполярних та МОП ІМС.
- Особливості вибору режимів і матеріалів.

Рекомендована література: глава1 [4], [д1-д3].

ТЕМА

**Схема планарного технологічного процесу.
Основні принципи планарної технології**

Основна операція більшості технологічних процесів МЕ
створення – р-п-переходу.

Багато технологічних процесів виготовлення приладів називають по
способу отримання р-п-переходу.

Для виготовлення напівпровідникових приладів використовують

технологічні методи:

- точково-контактний,
- сплавний,
- дифузійний,
- сплавно-дифузійний,
- планарний,
- планарно-епітаксціальний, та ін.

найбільш поширеною є

планарна технологія
розробки напівпровідникових інтегральних мікросхем.

планарна технологія –

це технологія, при якій обробку пластин здійснюють з одної сторони (поверхні), а виводи всіх сформованих елементів розміщують на поверхні пластин в плані (назва планарна).

Планарна структура представляє собою

- кристал напівпровідника, що містить р-п-переходи,
- бічні границі, яких виходять на плоску поверхню кристала
- під ізолюючим покриттям.

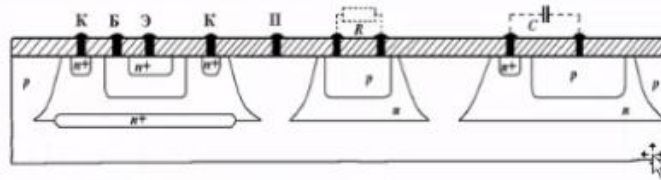
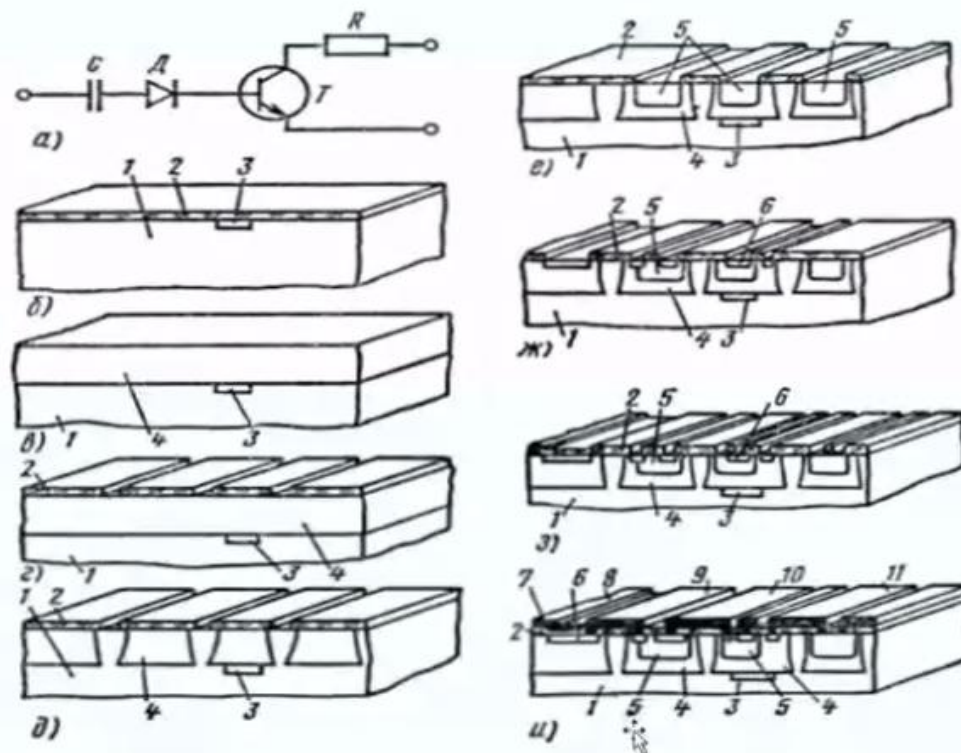
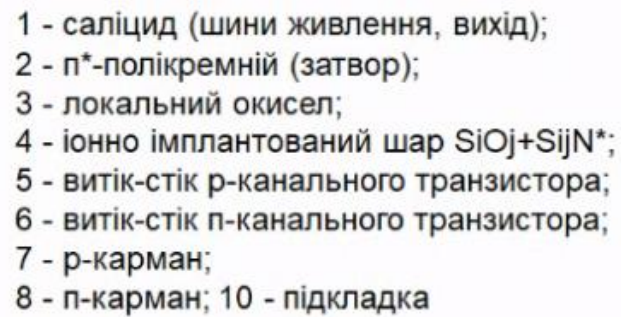


Рис. 3. Реалізація на підложке n^+ -р-п-транзистора, резистора R і конденсатора C .



1 — пластина p -типа; 2 — окисел кремния; 3 — скрытый n^+ -слой; 4 — эпитаксиальный n^+ -слой; 5 — базовая p -область; 6 — эмиттерная n^+ -область; 7 — металлизация; 8 — МДП-конденсатор; 9 — диод ($U_{кб}=0$); 10 — биполярный транзистор; 11 — диффузионный резистор p -типа

з боковою ізоляцією локальним окислом і самосуміщеним затвором



Основу метода
планарної технології

складають

- епітаксія,
- окислення поверхні н/п,
- літографія,
- локальна дифузія,
- іонне легування.

Аналіз планарної структури

Переваги

- ❖ пасивація поверхні перед створенням р-п-переходів,
 - зменшує зворотний струм колекторного переходу,
 - забезпечує стабільність параметрів транзисторів,
 - високі значення коефіцієнту підсилення при малих струмах.
- ❖ можливість створення р-п-переходів різної конфігурації з високою точністю;
- ❖ великі можливості інтеграції та мініатюризації.



Аналіз планарної структури

Недоліки,

які обмежують межі мікромініатюризації напівпровідникових ІМС:

- ❖ значна тривалість дифузійних процесів
- ❖ обмежена можливість ефективного контролю та керування цими процесами (так, в дифузійних печах доводиться протягом декількох годин підтримувати температуру в діапазоні 1200–1300 °С з точністю до десятих градуса, що практично є межею можливостей існуючих способів стабілізації температури);
- ❖ велика кількість різнотипних, не пов'язаних між собою хімічних, оптико-механічних та фізико-термічних операцій
 - травлення,
 - обезжирювання, промивка, сушка кремнієвих пластин,
 - фотолітографічні процеси локального травлення,
 - багатократні термодифузійні процеси,
 - термічне випаровування у вакуумі,
 - термокомпресія виводів та ін.)
- ❖ відсутність проміжного ефективного контролю між операціями,
 - знижує відсоток виходу ІМС
 - ускладнює автоматизацію їх виробництва;
- ❖ необхідність багатократного механічного суміщення при фотолітографії,
 - обмежує ширину ліній,
 - оптичні явища (дифракція світла і т.д.), обмежують роздільну здатність фотолітографічних процесів

Класифікація технологічних процесів по способу обробки

Індивідуальний метод

Послідовність технологічного процесу (кожний кристал проходить послідовно усі технологічні операції):

- злиток напівпровідникового матеріалу розрізають **на пластини**, механіко-хімічна обробка,
- розділяють на **окремі кристали**,
- **формування структури**.

Застосовується **при виготовленні дискретних напівпровідникових приладів**.

Груповий метод

На попередньо оброблених пластинах **одночасно формують** велику кількість структур і лише **потім** пластини **розділяють на кристали**.

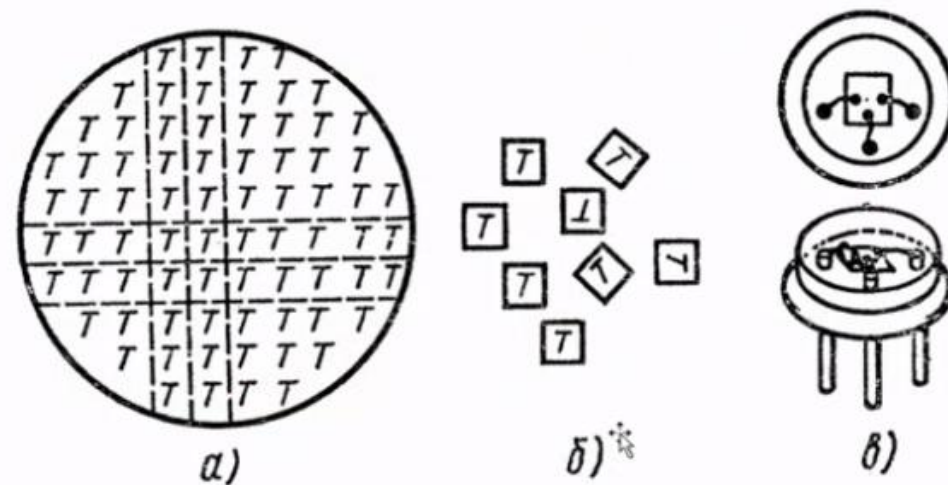
Особливості:

- висока продуктивність,
- хороша відтворюваність параметрів ІМС,
- можливість автоматизації виробництва.

Використовується при виготовленні ІМС та дискретних приладів.



Груповий метод виготовлення транзисторів



a — кремниевая или германиевая пластина с транзисторами; *б* — отдельные кристаллы с транзисторами; *в* — готовый транзистор (кристалл в корпусе с выводами)

Тема

**Технологічні маршрути
виготовлення напівпровідникових
приладів та інтегральних схем**



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ІМС

В напівпровідникових **інтегральних мікросхемах** переважно використовуються **транзисторні елементи**.

В залежності від **типу** інтегральних **елементів** розрізняють

- біполярні ІМС,
- уніполярні МДН ІМС.



БІПОЛЯРНІ ТРАНЗИСТОРИ ІМС

конструктивно-технологічна сумісність елементів ІМС.

Конструкція та технологія виготовлення

транзисторів повинна забезпечувати можливість

одночасного створення і інших елементів

(діодів, резисторів, конденсаторів і т. д.

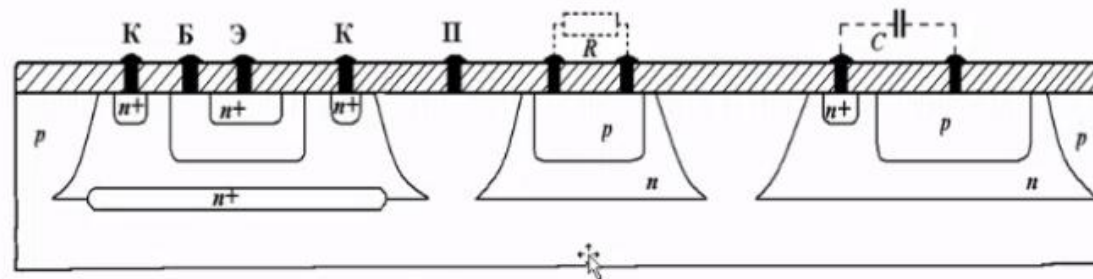


Рис. 3. Реализация на подложке n^+-p-n -транзистора, резистора R и конденсатора C .

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУР БІПОЛЯРНИХ ТРАНЗИСТОРІВ ІМС

1. планарна структура –

всі виводи від областей транзистора розміщуються в одній площині на поверхні підкладки.

Вона дозволяє з'єднати між собою елементи ІМС плівковими металевими провідниками.

2. мінімальна площа, яку займають елементи на напівпровідниковій пластині для підвищення

- щільності упаковки елементів,
- степені інтеграції.

I

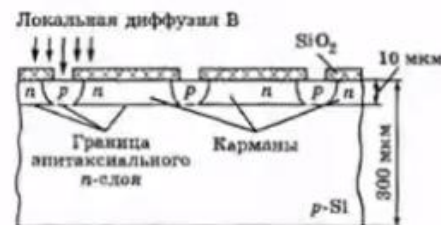
3. Наявність додаткових ізолюючих областей.

Методи електричної ізоляції елементів напівпровідникових ІС

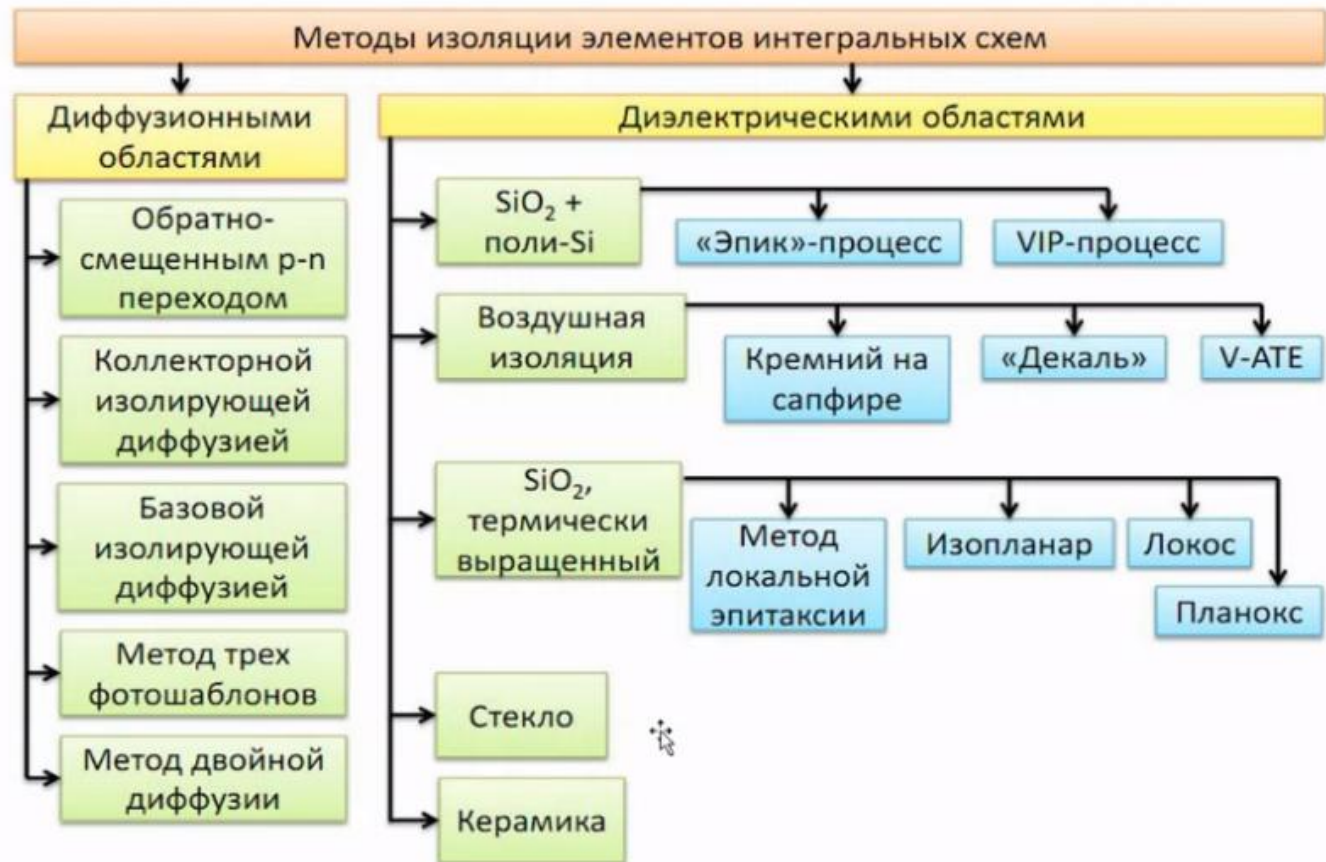
В монолітних ІМС напівпровідникові елементи формуються в об'ємі напівпровідникового кристалу.

На відміну від схем на дискретних елементах, які монтуються на діелектричну плату (електрично ізольованих), в напівпровідниковій ІМС **необхідно конструкційні області, що забезпечують ізоляцію** елементів для реалізації необхідних режимів по струму та потенціалу

наприклад:



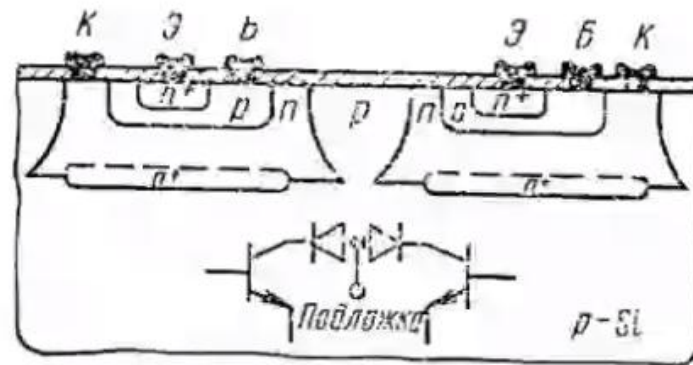
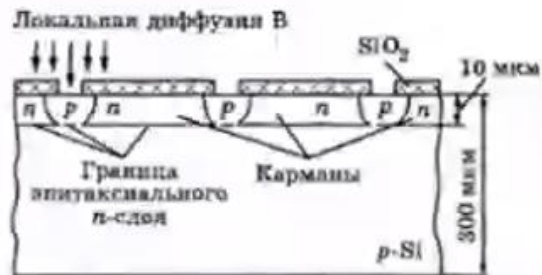
Класифікація основних методів електричної ізоляції елементів ІМС



Напівпровідникові ІС з ізоляцією зворотно-зміщеним р-п переходом

Суть метода полягає в

- створенні n-карману в епітаксiальному шарі,
- створенні n^+ прихованому шарі для зменшення опору колекторної області



Изоляция двух интегральных транзисторов с помощью р-п-переходов

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ІМС

Особливості

- Основним елементом напівпровідникових біполярних структур є транзистор типа n^+p-p , на основі якого формуються активні та пасивні елементи.
- Перерозподіл домішок в раніше сформованих областях при наступних високотемпературних операціях, що необхідно враховувати при проектуванні
- Наявність паразитних ємностей та струмів утічки ізолюючих $p-p$ -переходів, що особливо виражається в швидкодіючих високочастотних ІМС.
- Технологія порівняно проста, добре освоєна
Використовується при виготовленні різних типів біполярних ІМС (ТТЛ, ТТЛШ, ЕСЛ и др.). ОЗУ

Пит. на наступ семестер: Чому саме транзистор n^+p-p є основним у біполярній технології?

**Технологічний процес формування
біполярних структур на прикладі
планарно-епітаксимальної технології.
Особливості вибору матеріалів та
режимів**



*Біполярного транзистору з ізоляцією з допомогою зворотно зміщеного р-п переходу

