

2-майруза

Рақамли техниканинг электрон компонентлари.
Атом тузилиши. Электрон-ион элементлар
назарияси. Рақамли техникани ташкил этиш
тарихи: электрон лампадан микросхемагача
бўлган давр.

Рақамли техника асослари

Режа:

- *Интеграл схемалар ва микропроцессор қурилмаларининг хусусиятлари*
- *Хабарчи (ўзгарткич) қурилмалар.*

Ўлчов асбобларида, ўзгарткичларда ва технологик ўлчашлар учун фойдаланиладиган тизимларда микро ЭҲМ ва микропроцессорлар қўлланилади. Бу қурилмаларнинг техник асоси битта кристаллда 10^3 — 10^{12} та элементи бўлган катта ва ўта катта интеграл схема (КИС ва ЎКИС)лар ҳисобланади.

Кейинги пайтларда микроэлектроника ва ҳисоблаш техникасининг энг муҳим ютуғи КИС асосидаги микропроцессорларни яратиш ҳисобланади.

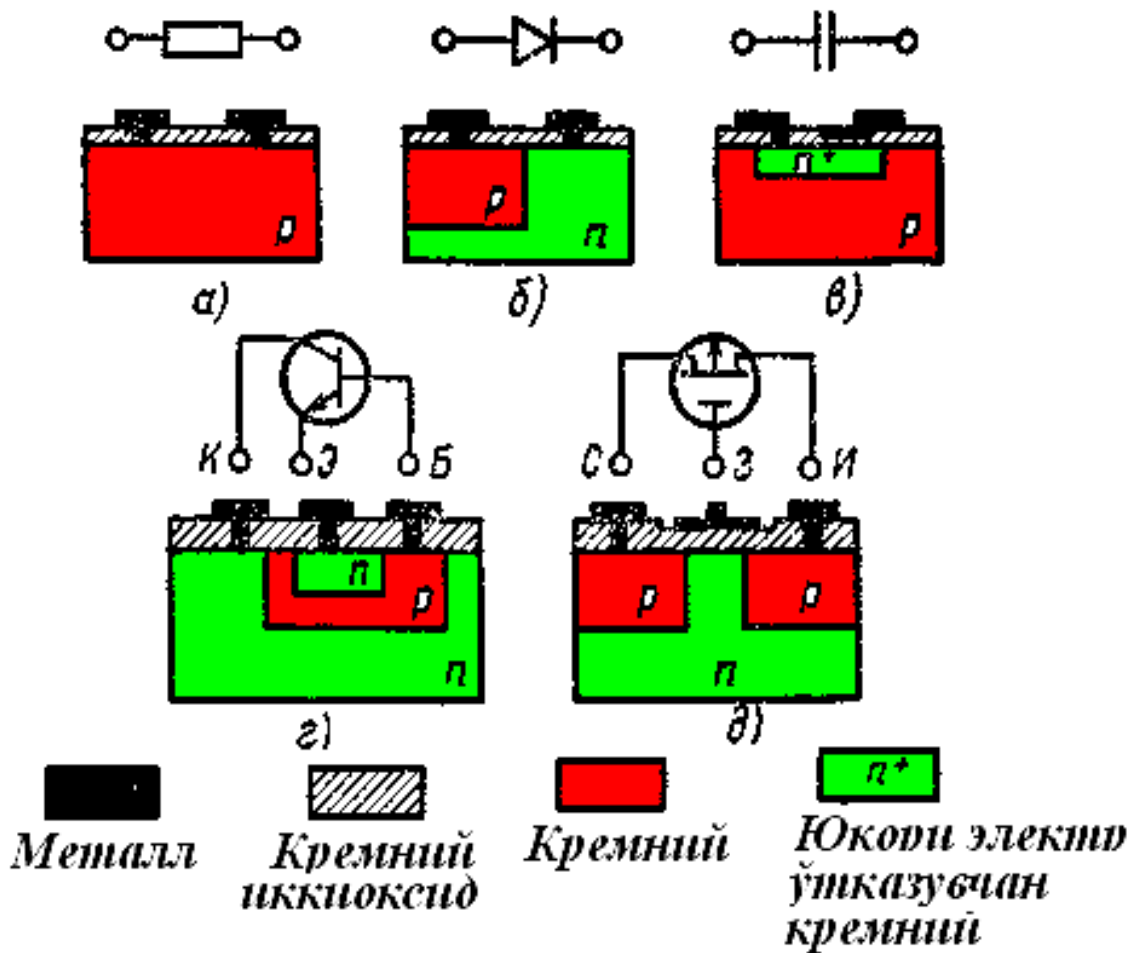
Интеграл микросхемалар (ИС)—деб, ягона технологик жараенда тайёрланиб, муайян схема бўйича уланган ва умумий пластмассали ёки металл корпусга яхлит жойлаштирилган ва диод, транзисторлар, конденсаторлар, резисторлардан ташкил топган микроэлектроника қурилмаларига айтилади. Битта интеграл микросхема юзлаб ва ундан юқори миқдордаги дискрет элементлар (диод, транзисторлар, конденсаторлар ва бошқалар)дан ташкил топган электрон схемага эквивалентдир. Интеграл схемалар ИС (102 элементгача), катта ИС (104 элементгача), ўта катта ИС (104 ва ундан кўп элемент) кўринишида бўлиши мумкин.

ИС ларнинг я.ў., пленкали ва гибрид шакллари мавжуд.

Ярим ўтказгичли ИС ларда элементлар ва улар орасидаги боғланишлар я.ў. сиртида ва ичида (ҳажмида) бажарилади.

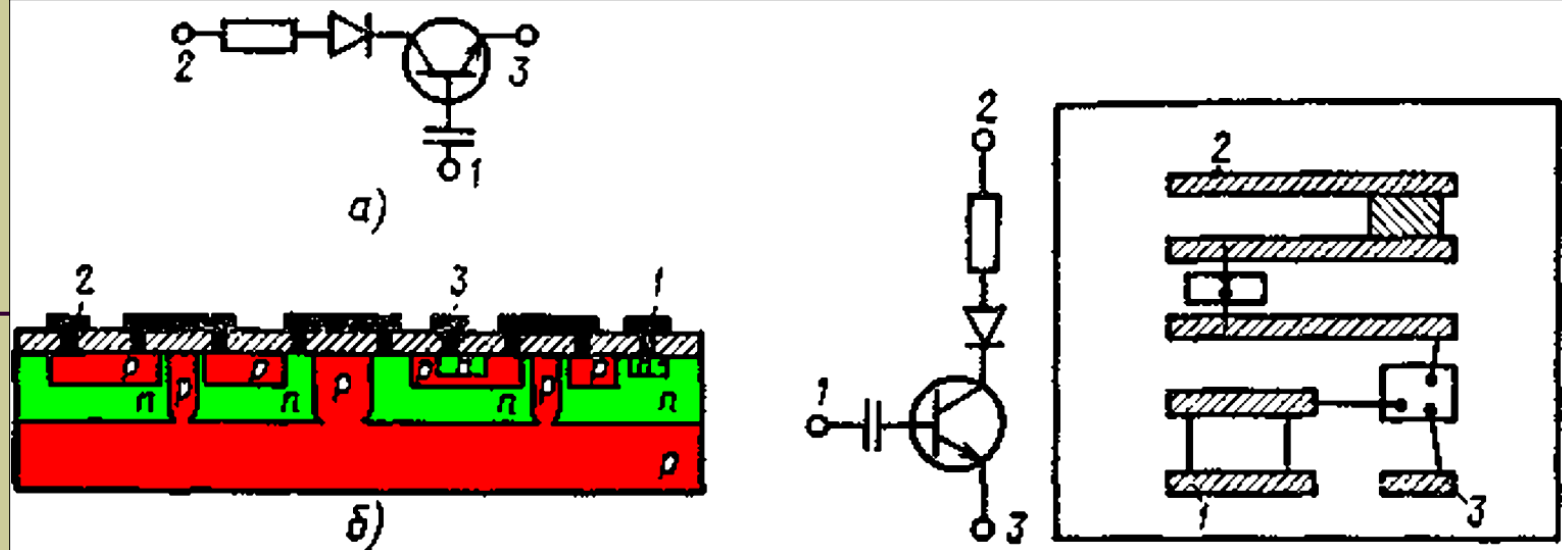
Плёнкали ИСлар диэлектрик асосга вакуум остида ёки бошқа усул билан маълум конфигурация ва турли материаллардан ташкил топган плекаларни епиштириш йўли билан тайерланади.

Гибридли (аралаш) ИСларда пленкали технология усули билан ток ўтказувчи металл йўлакчалар ва майдончалар диэлектрик материалдан ясалган асосга жойлаштирилиб, сиртига микроэлектроника элементлари (диодлар, транзисторлар, резисторлар ва бошқ.) монтаж қилинади.



1.1-чизма. Ярим ўтказгичли кристаллда турли элементларни жойлаштириш мисоллари

ИС ларнинг афзаллиги юқори ишончлилик, тезкорлик, оғирлигининг камлиги, кам энергия талаб этиши, бажараетган функцияларини мураккаблаштириш имкониятининг борлиги ва бошқалар ҳисобланади. Ҳозирги кунда транзисторлар асосида яратилган мантиқий ИС лар кенг тарқалмоқда. Бундай типдаги ИС лардан К133, К155, К511 сериялари ҳисоблаш техникаларини ва дискрет саноат қурилмаларини автоматик бошқариш тизимларини яратишда кенг фойдаланилади.



1.2-расм. Ярим ўтказгичли ва гибридли ИС лар структуралари
Юқори даражадаги салбий таъсирларга бардошли мантиқий ИС 511 серияси саноат автоматикаси ва дастгоҳларни рақамли-дастурли бошқариш тизимлари, шунингдек бошқа ТЖ ларни автоматлаштиришда қўлланилади. ИС нинг бардошлилиги айниқса вибрация, агрессив муҳит, чанглик юқори бўлган қурилиш соҳасида, транспорт воситаларида, дастгоҳ ва электр ускуналарда муҳим аҳамиятга эга.

ИС лар бир нечта йўналишда такомиллашиб бормоқда. Шулардан бири интеграцияланиш даражаси, яъни бир ҳажмда кўпроқ элементларни жойлаштириш, борган сари ошиб бормоқда. Ҳозирги кунда бир корпусда миллиондан кўпроқ микроэлементлар жойлаштирилган ва мураккаб мантиқий қурилмалардан иборат микропроцессорларда бўлган КИС лар

мавжуд

Интеграция даражасини

$k = \lg N$ формула орқали аниқлаш мумкин. Бунда N - ИС га жойлаштирилган элемент ва компонентлар сони.

ИС ларнинг шартли белгиланиши уларнинг қайси синф, гуруҳ ёки серияга мансублигини аниқлашга ёрдам беради.
ИС ларнинг шартли белгилари қуйидаги элементлардан ташкил топган:

Биринчи элемент- ИС гуруҳини билдирувчи рақам (1, 5, 7 — ярим ўтказгичли; 2, 4, 6, 8 — гибридли; 3 — пленкали, сопол (керамик) ва бошқ.).
Кенг истеъмолдаги курилмаларда ҳарфлар ҳам ишлатилиши мумкин.

Иккинчи элемент - микросхема сериясини билдирувчи учта рақам (000 дан 999 гача).

Учинчи элемент — ИС вазифасидан келиб чиқиб, унинг кўриниши ва кичик гуруҳини англатади.

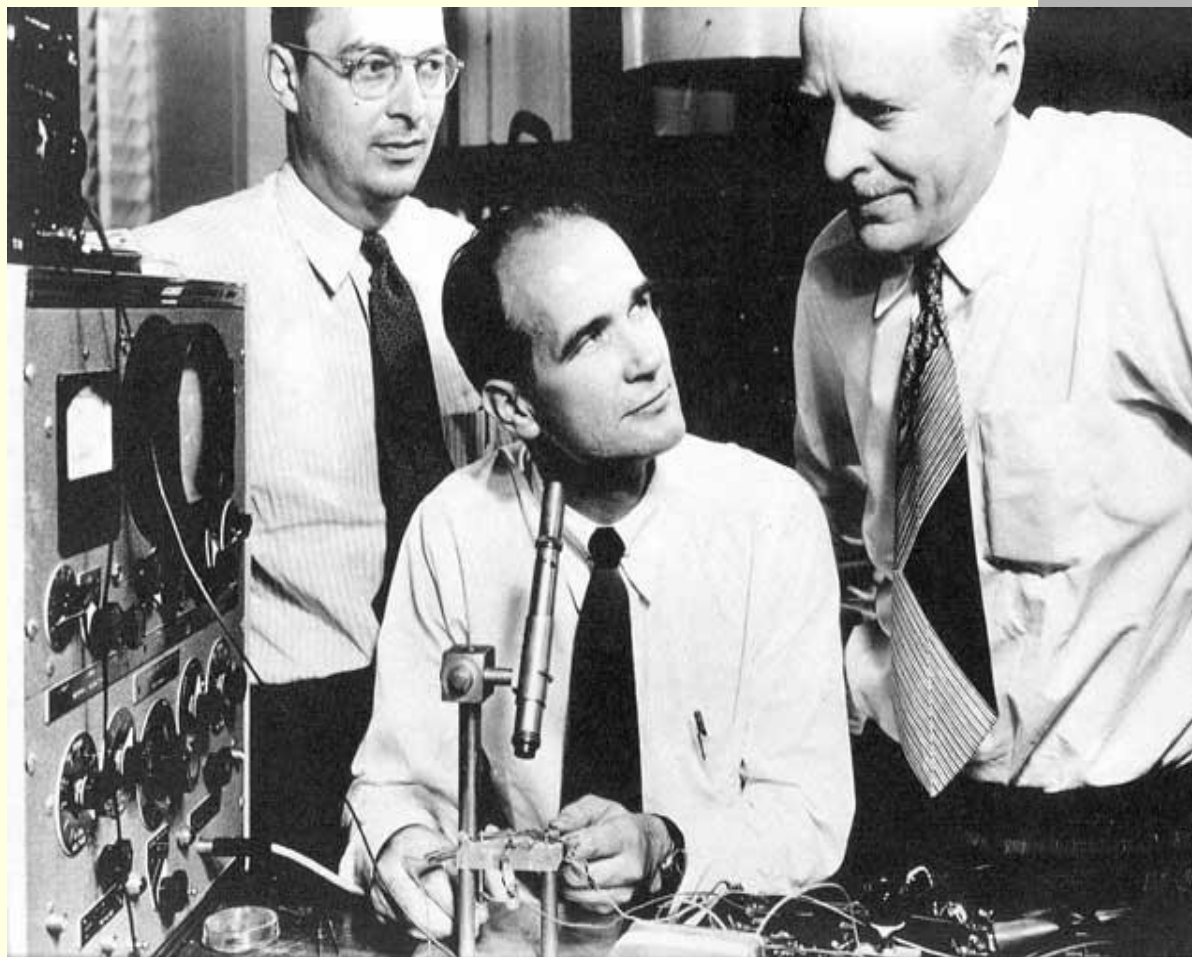
Тўртинчи элемент — шу сериядаги микросхеманинг шартли рақами (номери).

- 1947 йилнинг 23 декабрида ~~Эта америка физиклари: Уильям Шокли, Джон Бардин ва Уолтер Браттейнлар~~ ҳамкасбларига янги яримўтказгичли асбоб – кучайтиргич ёки транзисторни намоиш этишди.
- У радиолампаларга нисбатан миниатюр, арзон, мустаҳкам, чидамли ҳамда кам қувват истеъмол қилар эди.
- 1956 йилда транзистор ихтирочилари Нобель мукофотиغا сазовор бўлишган.

Биринчи транзистор



Уильям Шокли, Джон Бардин ва Уолтер Браттейн



- Биринчи ИМСлар 1958 йилда яратилди.

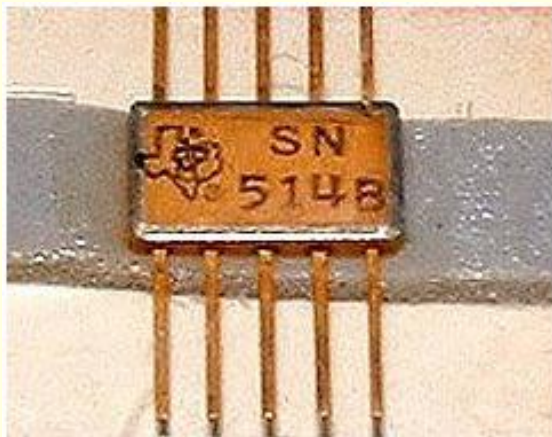


Анди Гроув, Роберт Нойс ва Гордон Мур

2000 йилда Джек Килби, Кремер и Жорес Алферовлар биринчи ИМС яратишганлиги учун Нобель мукофотига сазовор бўлишган

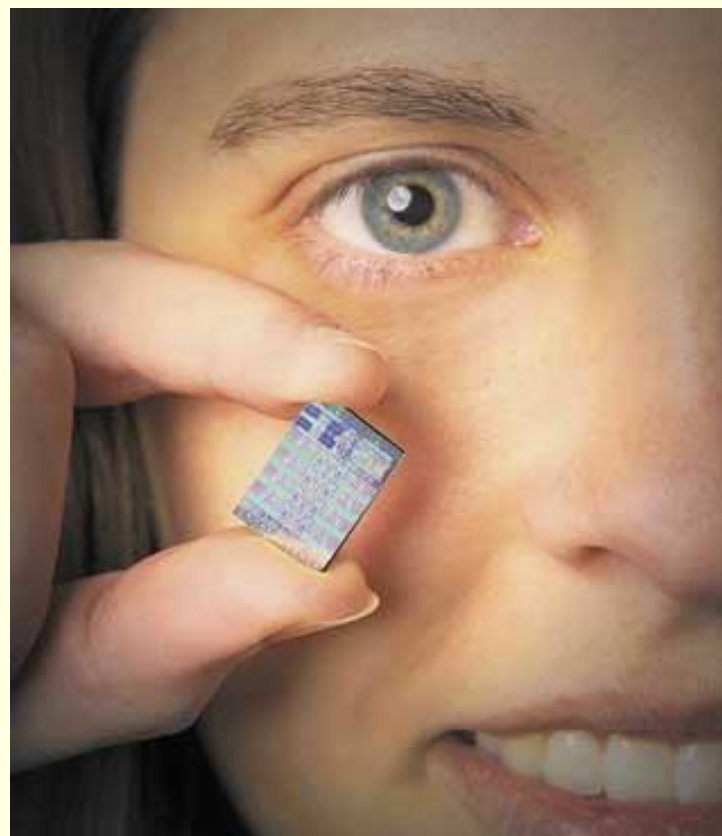
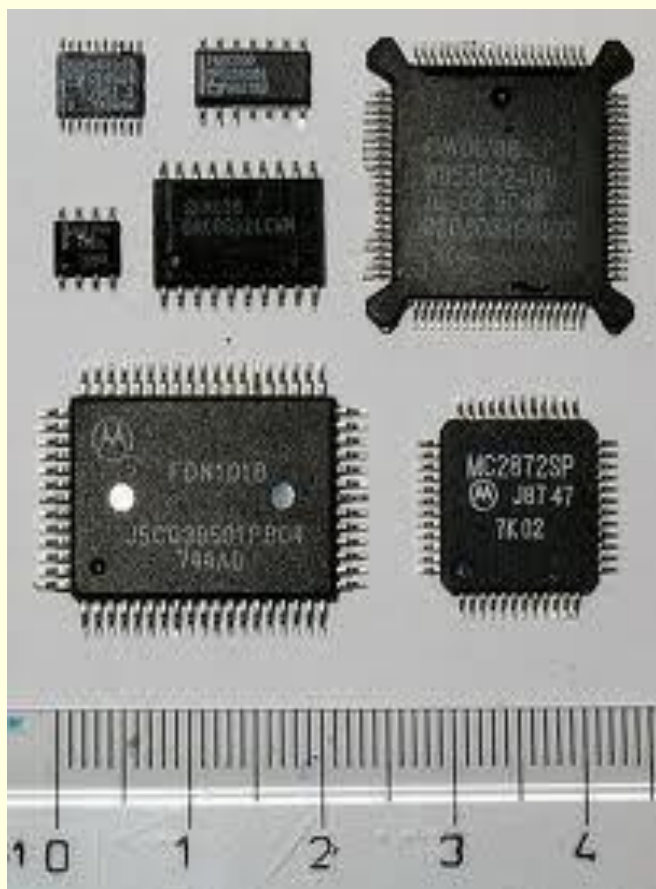


Биринчи ИМСлар (1960 -1962 йй.)



-
- 1965 йилдан буён микроэлектрониканинг ривожини Г. Мур қонунига мувофиқ бўлмоқда, яъни ҳар икки йилда замонавий ИМСлардаги элементлар сони икки марта ортмоқда. Ҳозирги кунда элементлар сони миллионга бўлган ўта катта ва триллионга бўлган гига катта ИМСлар ишлаб чиқарилмоқда.

Замонавий ИМСлар



Жорес Алферов

- 1970 йилларда бошлаган гетеротузилмаларда инжекция ходисаси, идеал гетеротузилмалар - арсенид алюминий-арсенид галлийлар, иккиланган гетеротузилмалар асосида яримўтказгичли лазер, биринчи биполяр гетеротранзисторлар ва гетеротузилмалар асосида қуёш батареяларини яратганлиги учун 2000 йилда академик Ж.И.Алферов Нобель мукофотига сазовор бўлган.



-
- ***Наноэлектроника*** ўлчамлари 0,1 дан 100 нм гача бўлган яримўтказгич тузилмалар электроникаси бўлиб, микроэлектрониканинг микроминиатюрлаш йўлидаги мантиқий давоми ҳисобланади.

-
- Интеграл микроэлектроника ва наноэлектроника билан бир вақтда *функционал электроника* ҳам ривожланмоқда. Электрониканинг бу йўналиши ананавий элементлар (транзисторлар, диодлар, резисторлар ва конденсаторлар)дан воз кечиш ва қаттиқ жисмдаги турли физик ҳодиса (оптик, магнит, акустик ва ҳ.к.)лардан фойдаланиш билан боғлиқ. Функционал электроника асбобларига акустоэлектрон, магнитоэлектрон, криоген асбоблар ва бошқалар киради.

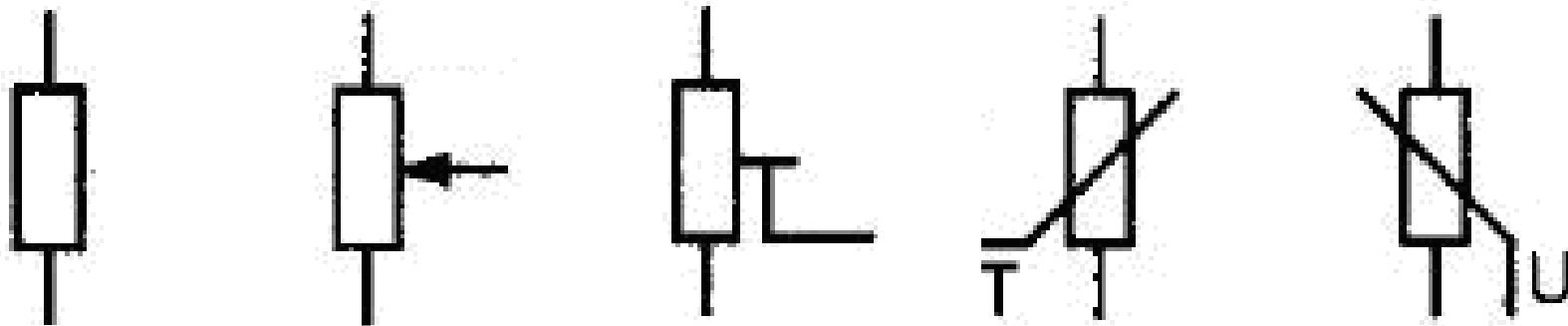
-
- *ИМС элементи* деб, конструкцияси бўйича кристалл ёки асосдан ажралмайдиган, ЭРЭ функциясини бажарувчи ИМСнинг қисмига айтилади.
 - *ИМС компоненти* деб, дискрет элемент функциясини бажарувчи, лекин монтаждан аввал мустақил маҳсулот бўлган ИМСнинг бўлагига айтилади.

■ Йиғиш, монтаж қилиш операцияларини
бажаришда компонентлар микросхема асосига ўрнатилади. Қобиксиз диод ва транзисторлар, конденсаторларнинг махсус турлари, кичик ўлчамли индуктивлик ғалтаклари ва бошқалар содда компонентларга, мураккаб компонентларга эса – бир нечта элементдан ташкил топган, масалан, диод ёки транзисторлар йиғмалари киради.

Резисторлар

- *Резистор* – бу қаршиликка эга бўлган ўтказгич бўлиб, у қаршилик кўрсатган ҳолда ўзидан ток ўтказди. Қаршилик қанчалик катта бўлса, резистордан шунча кам ток оқиб ўтади. Қаршилик *Ом*ларда ўлчанади. Қаршиликнинг яна бир асосий параметри *қувват* ҳисобланади. Резисторнинг қуввати қанча катта бўлса, у шунча кўп токни ушлаб қолиши мумкин.
- Металл ўтказгичнинг қаршилиги унинг узунлигига тўғри пропорционал, кўндаланг кесим юзасига эса тескари пропорционал бўлади. Температура ўзгармас бўлганда қаршилик қиймати ҳам ўзгармас қолади

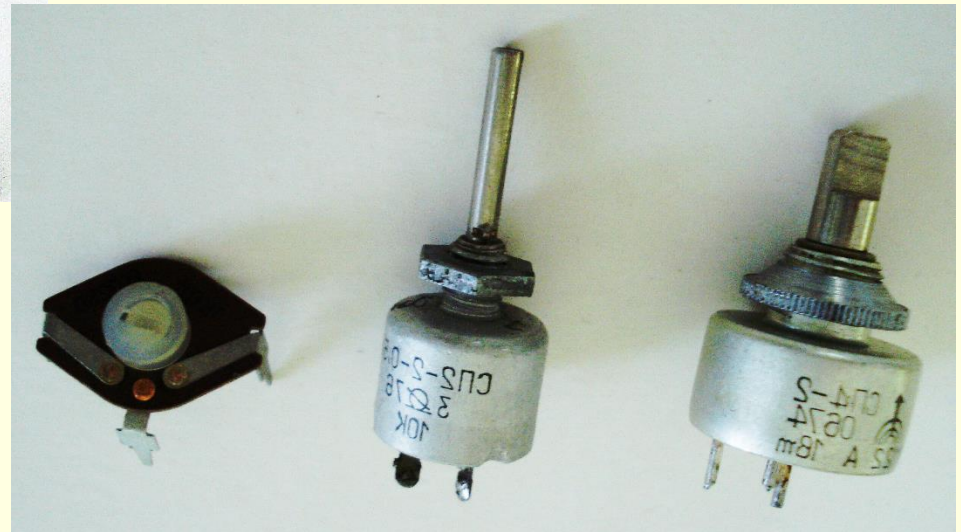
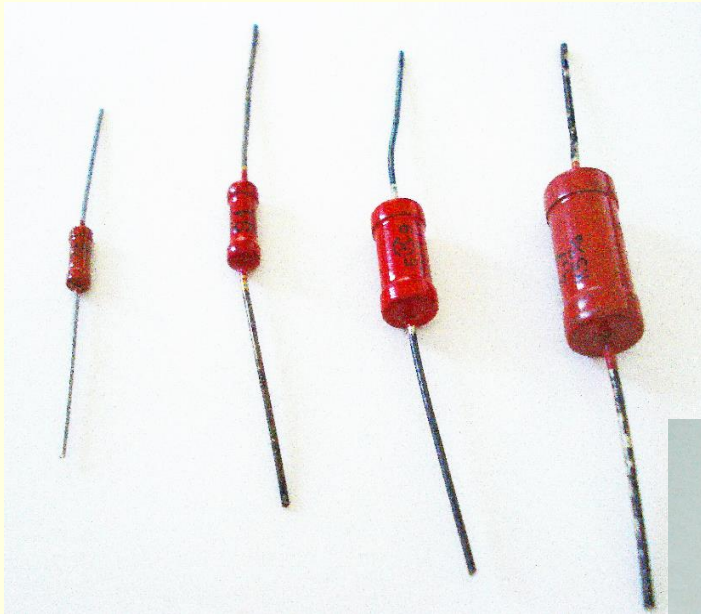
Резисторларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши



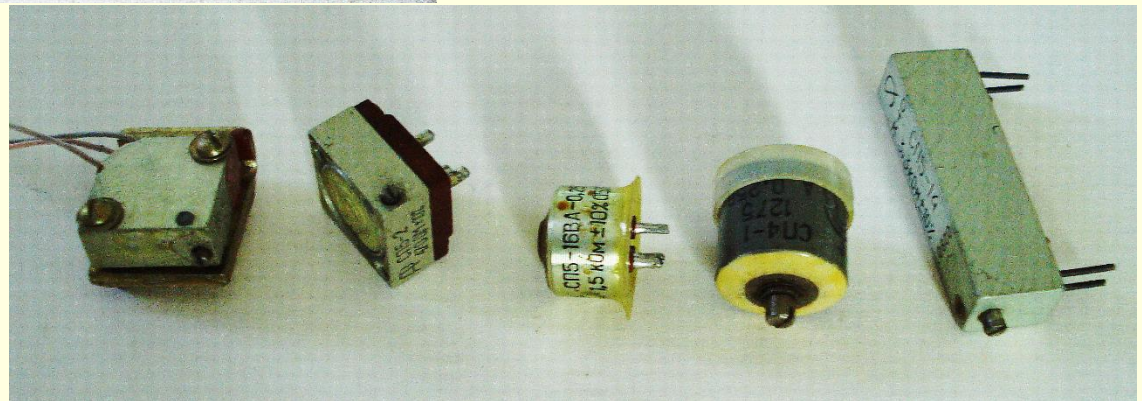
ўзгармас, ўзгарувчан, созланувчи, термистор ва варистор

-
- Резисторлар вазифасига кўра *умумий, юқори частотали, юқори омли, юқори вольтли* ва *махсус*; ишлатилиш хусусиятларига кўра эса, харорат ва намликка бардошли, вибрацияга ва зарбга чидамли, юқори даражада ишончли бўлиши мумкин.

Умумий мақсадларда қўлланиладиган ўзгармас ва ўзгарувчан резисторлар



Ўзгармас ва ўзгарувчан (созловчи) резисторлар



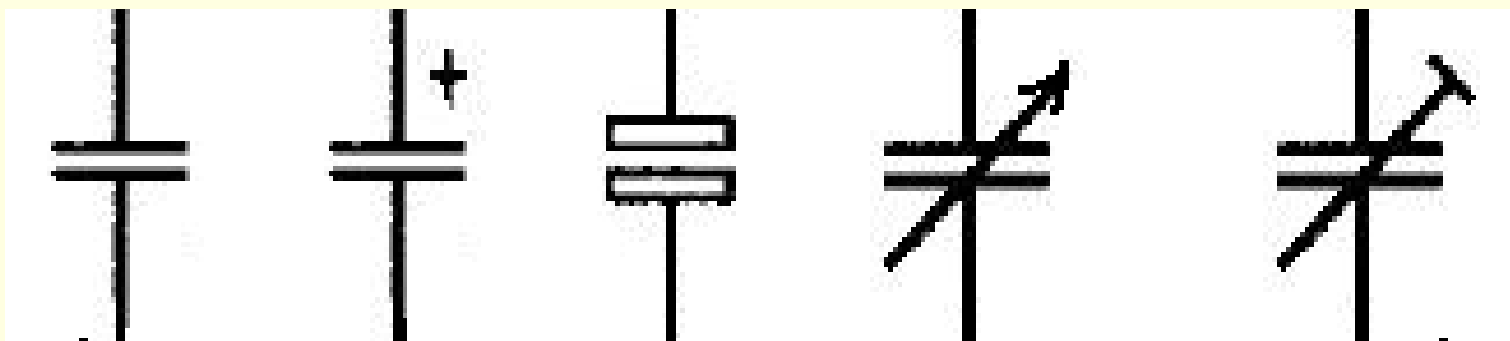
Юқори частотали, юқори омли, юқори вольтли ва махсус резисторлар



Конденсаторлар

- **Конденсатор** – ўзида ток (электр заряди) тўплаш хусусиятига эга. Конденсаторнинг сиғими канча катта бўлса, у шунча катта қувват тўплаши мумкин. Конденсатор сиғими **Фарадаларда** ўлчанади. Лекин электроникада нисбатан кучсиз конденсаторлар қўлланилгани учун улар микро-фарада (мкФ), нано-фарада (нФ) ва пико-фарада (пФ)ларда ўлчанади.

Конденсаторларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши

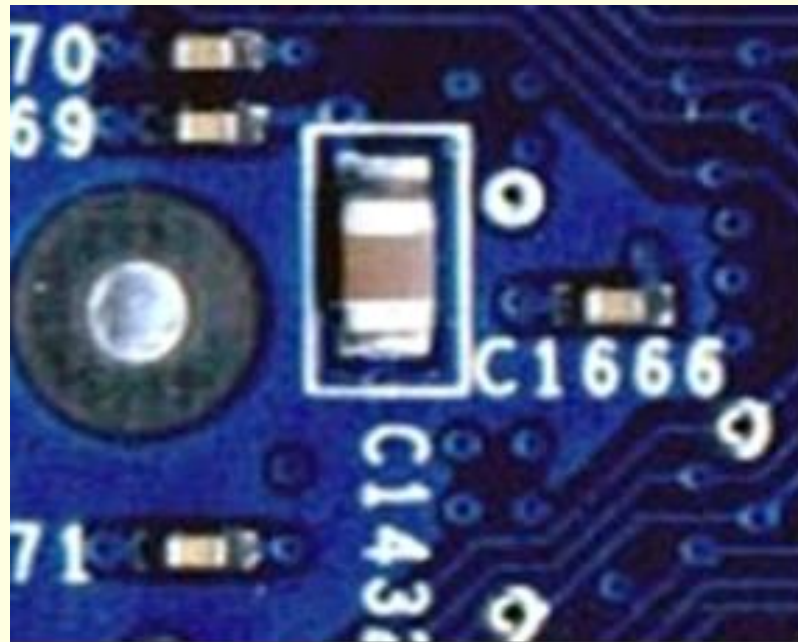


ўзгармас, қутли, қутбсиз, ўзгарувчан ва созловчи

Конденсаторлар

- Вазифасига кўра конденсаторлар *контурли, блокировка қилувчи, ажратувчи, филтрли, термокомпенсацияловчи* ва *созловчи*; СИҒИМИНИНГ ўзгариши характерига қараб эса *ўзгармас, ўзгарувчан* ва *ярим ўзгарувчан* бўлади.

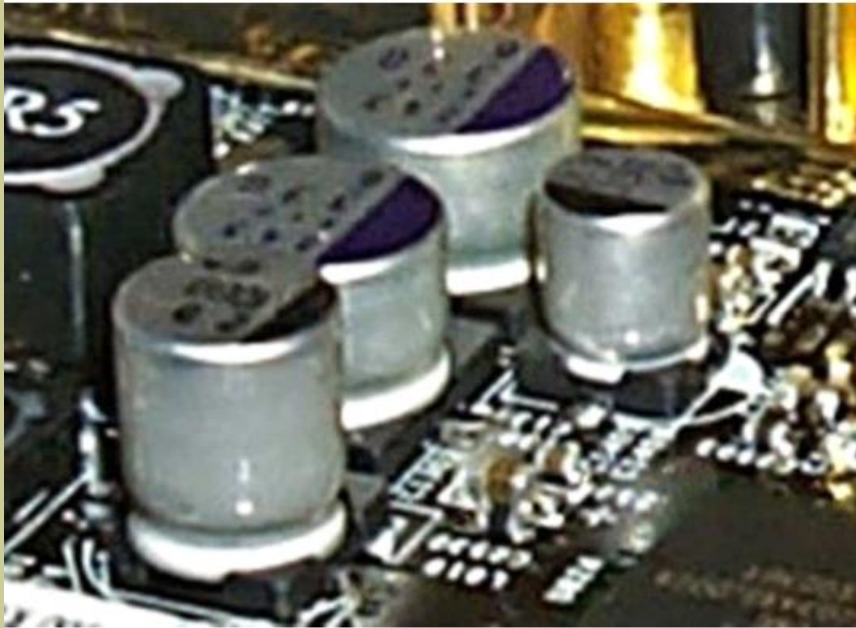
Конденсатор



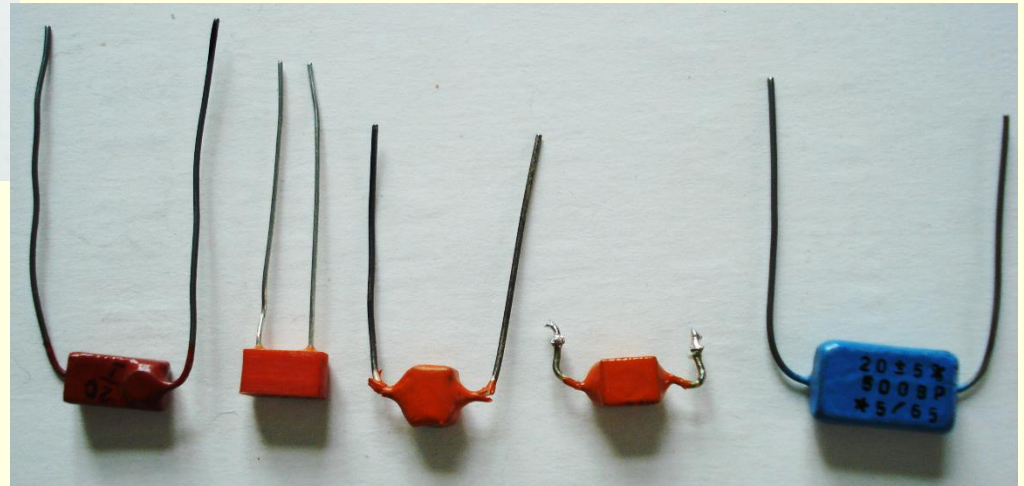
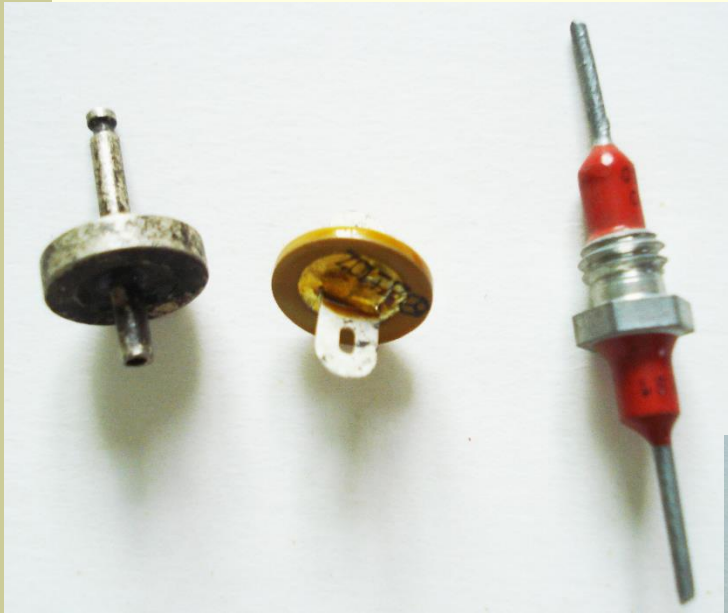
Конденсаторлар

- Диэлектрик материалга кўра конденсаторлар уч турга бўлинади: *газсимон, суюқ* ва *қаттиқ диэлектрикли*.
- Биринчи турга ўзгарувчан ва ярим ўзгарувчан ҳаво конденсаторлари ва газ тўлдирилган ўзгармас конденсаторлар киради.
- Иккинчи турга радиоаппаратурада чекланган ҳолда ишлатилувчи мой тўлдирилган ва синтетик суюқликли конденсаторлар киради.
- Учинчи тур конденсаторлар кенг тарқалган бўлиб, уларнинг тури жуда кўп.

Электролит конденсаторлар



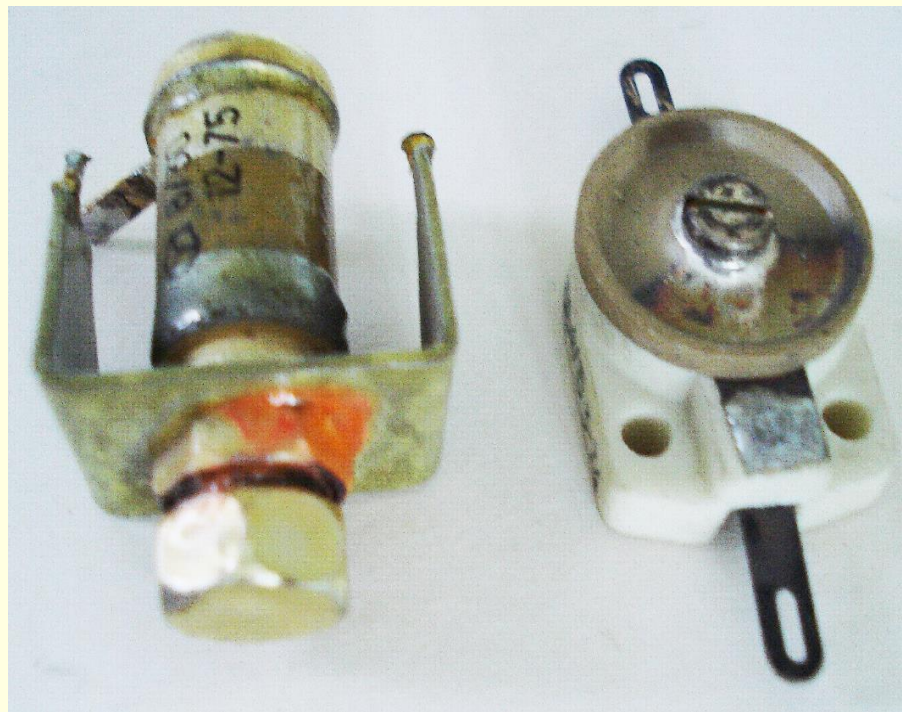
Юқори частотали конденсаторлар



Қоғозли, металл-қоғозли, юпка пардали ва электролитик, оксид-ярим ўтказгичли конденсаторлар



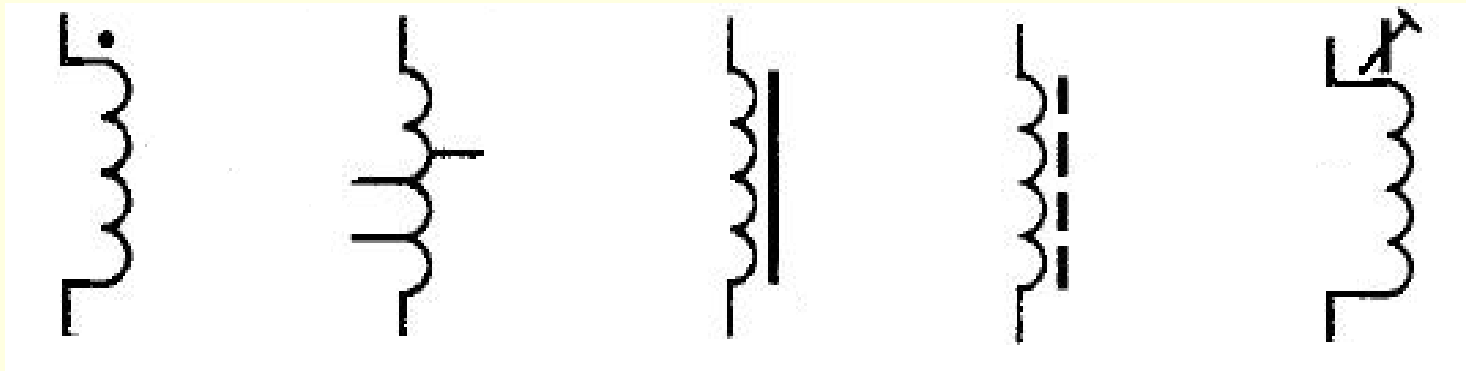
Ярим ўзгарувчан (созловчи) конденсаторлар



Индуктивлик ғалтаклари

- Радиотехник аппаратуранинг юқори частотали қисмлари ва занжирларида *индуктивлик ғалтаклари* қўлланилади. Қаршилик ва конденсаторлардан фарқли равишда улар саноатда кенг кўламда ишлаб чиқарилмайди.
- Индуктивлик *Генри*ларда ўлчанади.
- Қўлланиш соҳасига қараб ғалтак ўлчамлари, уларнинг шакли, ўраш усули, сим изоляциясининг қалинлиги, каркас материали турлича бўлиши мумкин.

ИНДУКТИВЛИК ҒАЛТАКЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР СХЕМАЛАРДА ШАРТЛИ БЕЛГИЛАНИШИ



дроссель, тармоқланган дроссель, магнит ўзакли, феррит ўзакли ва
созловчи ўзакли ғалтак

Индуктивлик ғалтагининг асосий элементлари бўлиб: *каркас*,
ўрам ва *экрэн* ҳисобланади

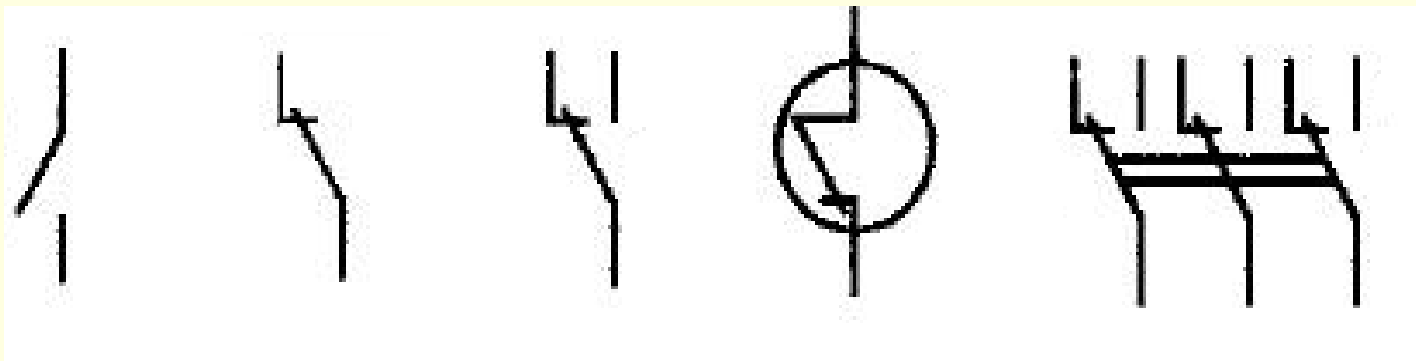
Индуктивлик ғалтаклари турлари



Алмашлаб улагичлар

- Алмашлаб улагичларнинг асосий вазифаси радиоаппаратураларда электр занжирини у ёки бу режимда ишлашини таъминлаш учун коммутация қилишдир.
- Алмашлаб улагичлар иккита асосий элемент: **контакт жуптлари** ва уни **улаш – узиш механизмидан** ташкил топган. Контактлар платина, олтин, кумуш ва уларнинг баъзи қотишмаларидан, шунингдек бронза, мис ёки вольфрамдан тайёрланади. Контактлар ясси конус, ясси сфера, цилиндр шаклида бўлиши мумкин. Улар қисиб турувчи ва сурилувчи бўлади.

Алмашлаб улагичларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши



уловчи, узувчи, алмашлаб уловчи контактлар, геркон ва алмашлаб улагич

Алмашлаб улагич турлари

- Контактларнинг улаш – узиш механизмининг ишлаш усулига қараб алмашлаб улагичлар *босиладиган* (кнопкалар ва клавишли), *ташлама* (тумблерлар) ва *галетли*, вазифасига кўра эса *юқори частотали* ва *паст частотали*, *катта токли* ва *кичик токли* бўлади

Галетли алмашлаб улагич



Реле

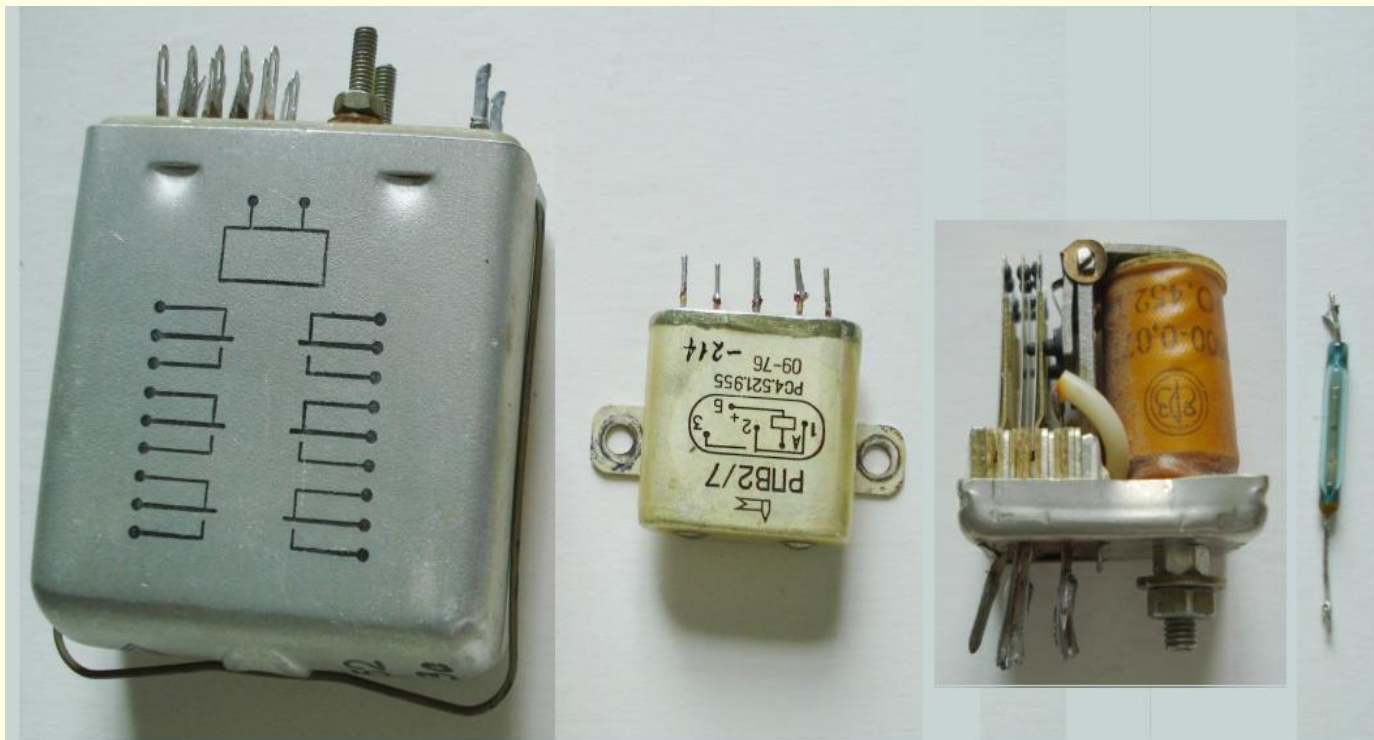
- Реле ҳам радиоқурилмаларнинг электр занжирларини коммутация қилишда ишла-тилади. Бирок, реледа магнит ёки температура майдони таъсирида контакт жуфтларини бир вақтда узиш (улаш) юз беради.
- Ишлаш принципига кўра релелар *электромагнит, магнитоэлектрик, электродинамик, индукцияли, электроиссиқлик, электрон* ва бошқа турларга бўлинади. Улар контакт жуфтлари, якорь чўлғам, ўзак ва уларни механик йиғиш элементларидан ташкил топган.

Релеларнинг электр схемаларда белгиланиши

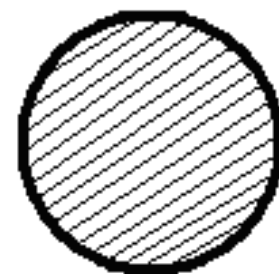
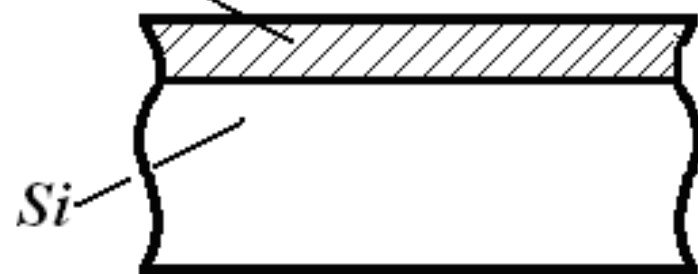


электромагнит ва қутбли

Электромагнит релелар ва геркон



SiO_2 бирламчи пластина

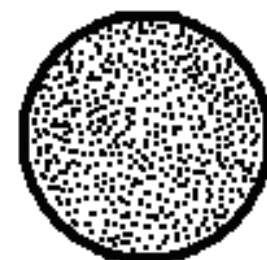
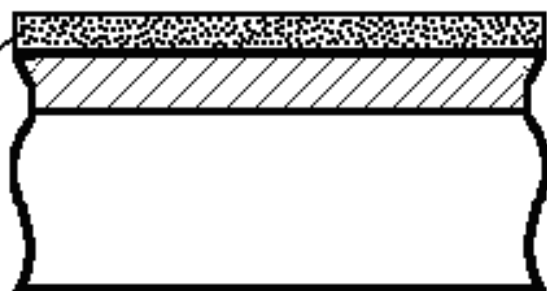


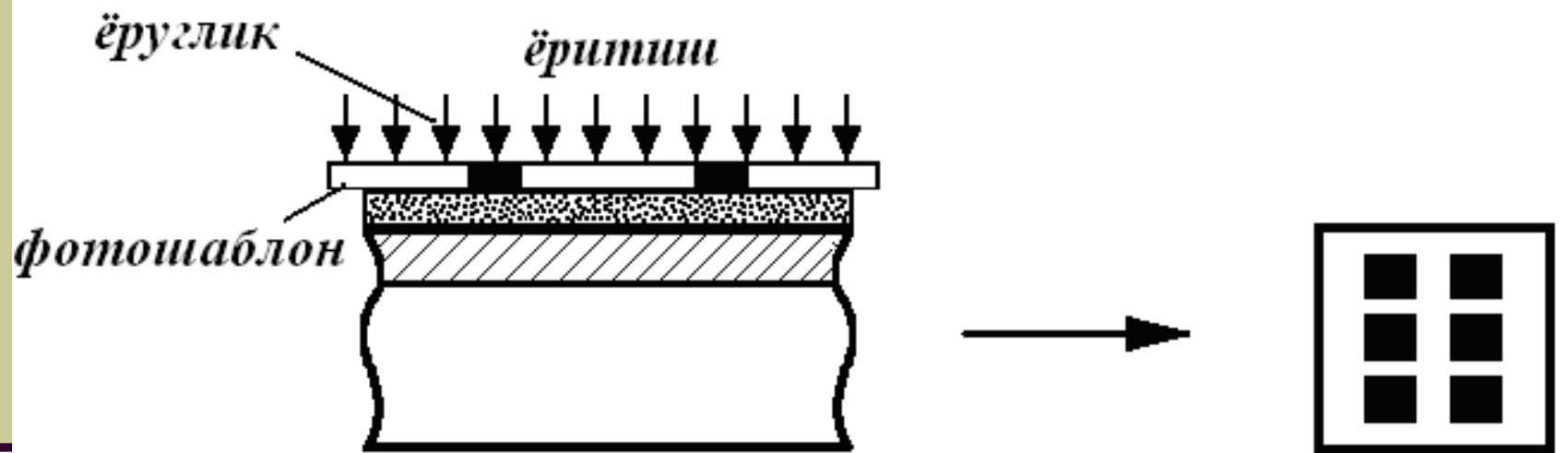
Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- **Фотолитография** - яримўтказгич пластинадаги металл ёки диэлектрик пардалар сиртида маълум шаклдаги локал соҳаларни ҳосил қилиш жараёни. Ушбу соҳалар кимёвий емиришдан ҳимояланган бўлиши шарт.
- Фотолитография жараёнида ультрабинафша нур таъсирида ўз хусусиятларини ўзгартирувчи, **фоторезист** деб аталувчи, махсус моддалар ишлатилади.

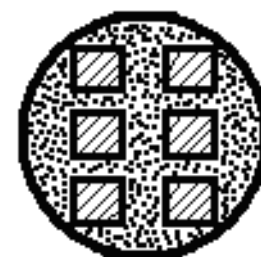
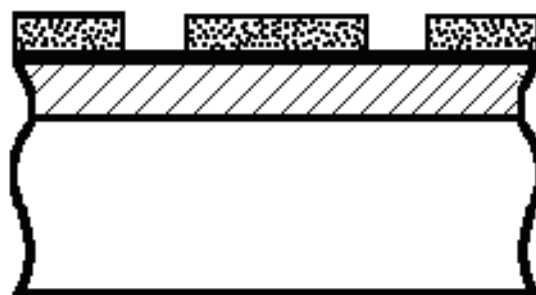
*фоторезист суртилган
пластина*

фоторезист

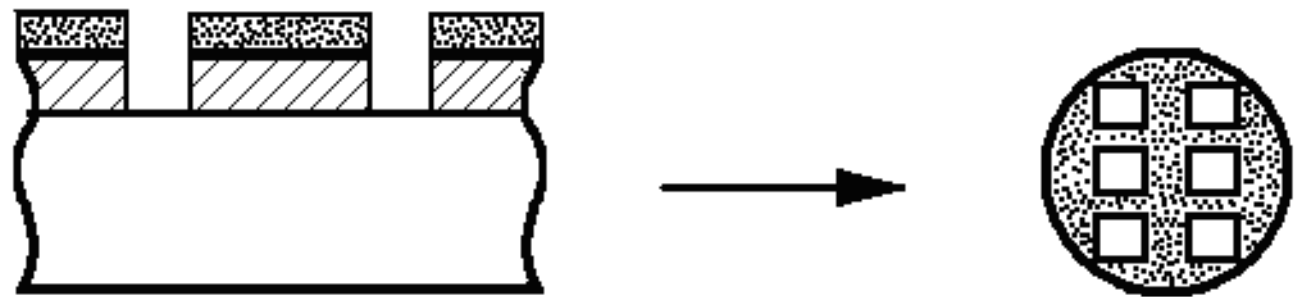




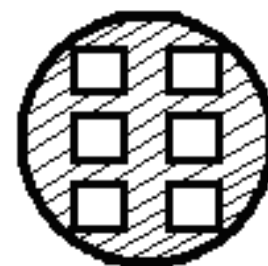
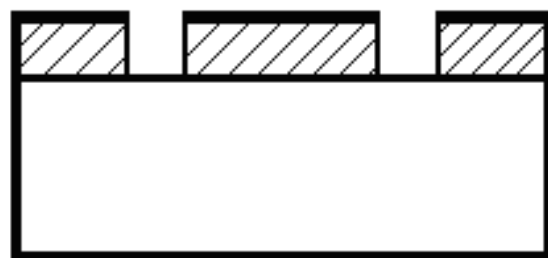
*ёруглик таъсир этмаган
фоторезист олиб
ташланган пластина*



SiO₂ оксид емирлиши



*фоторезистни олиб
ташлаш*



Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- ИМС тайёрлашда фотолитография жараёнидан бир неча марта (5÷7 марта) фойдаланилади (негиз қатламлар, эмиттерлар, омик контактлар ҳосил қилишда ва х.з.). Бунда ҳар гал ўзига хос “расм”ли фотошаблонлар ишлатилади.

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- **Легирлаш** - яримўтказгич ҳажмига киритмаларни киритиш жараёни. ИМСлар тайёрлашда легирлаш схеманинг актив ва пассив элементларини ҳосил қилиш ҳамда зарур ўтказувчанликни таъминлаш учун керак.
- **Диффузия ёрдамида легирлаш** бутун кристалл юзаси бўйлаб ёки ниқобдаги тирқишлар орқали маълум соҳаларда (локал) амалга оширилади.
- **Ион легирлаш** етарли энергиягача тезлатилган киритма ионларини ниқобдаги тирқишлар орқали кристалга киритиш билан амалга оширилади.
- Ион легирлаш универсаллиги ва осон амалга оширилиши билан характерланади. Ионлар токини ўзгартириб легирловчи киритмалар концентрациясини, энергиясини ўзгартириб эса – легирлаш чуқурлигини бошқариш мумкин.

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- *Емириш* - яримўтказгич, унинг сиртидаги оксидлар ва бошқа бирикмаларни кимёвий моддалар ҳамда уларнинг аралашмалари ёрдамида эритиб тозалаш жараёни.
- Емириш яримўтказгич сиртини тозалаш, оксид қатламда “дарча”лар очиш ва турли кўринишга эга бўлган “чуқурчалар” ҳосил қилиш учун қўлланилади.
- Яримўтказгич сиртини тозалаш ва “дарча”лар ҳосил қилиш учун *изотроп емириш*дан фойдаланилади, бунда яримўтказгич барча кристаллографик йўналишлар бўйлаб бир хил тезликда эритилади.

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

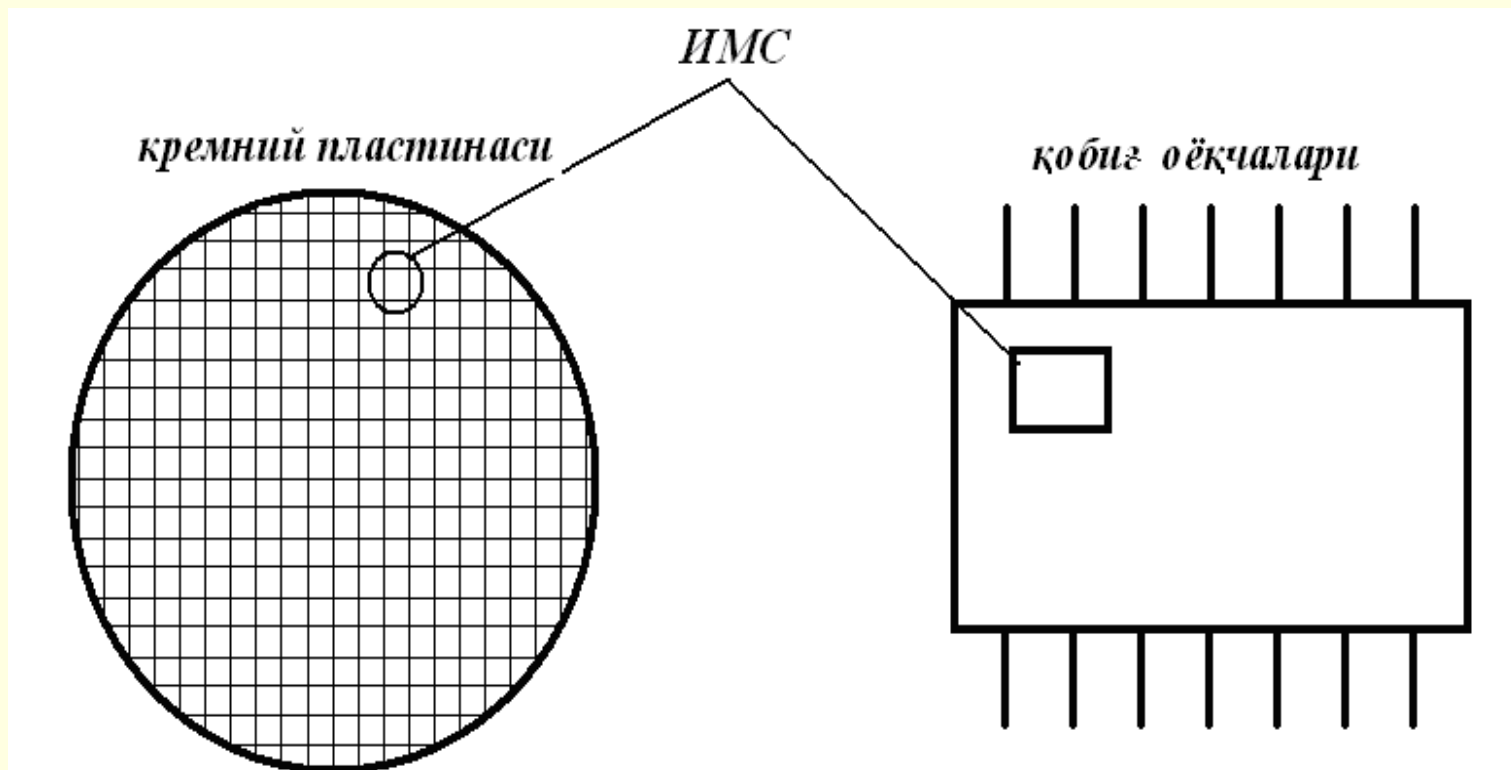
- *Пардалар ҳосил қилиш.* Пардалар ИС элементларини электр жихатдан улаш ҳамда резисторлар, конденсаторлар ва гибрид ИСларда элементлар орасидаги изоляцияни амалга ошириш учун қўлланилади.
- Мисол тариқасида *металлашни* – кристалл ёки асос сиртида металл пардалар ҳосил қилиш жараёнини кўриб чиқамиз. Металлаш учун олтин, никель, кумуш, алюминий ва Cr-Au, Ti-Au ва бошқалар ишлатилади.
- Кремний асосидаги ИМСларда металлашни амалга ошириш учун асосан алюминийдан фойдаланилади. Металлаш жараёни яримўтказгич пластина ҳажмида схема элементлари ҳосил қилингандан сўнг амалга оширилади.

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

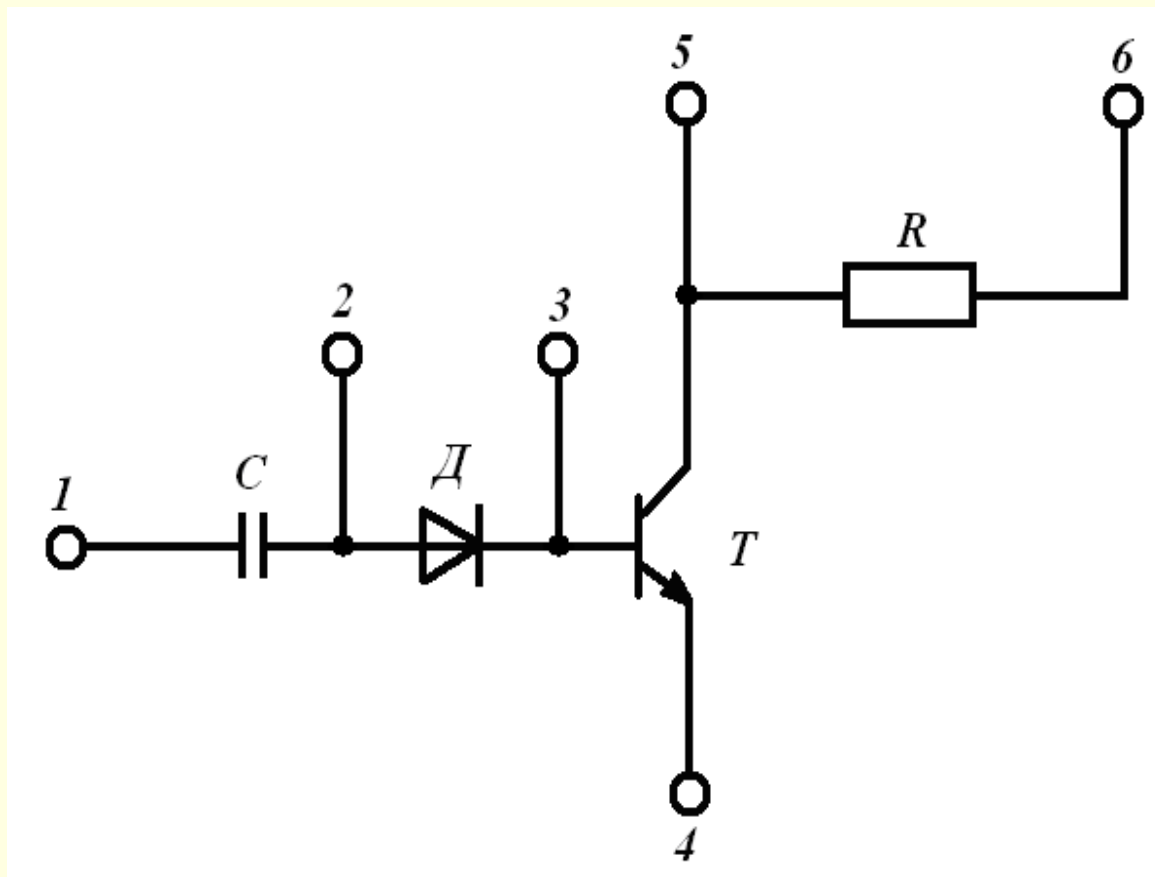
- *Пластиналарни кристалларга ажратиши ва йиғиш операциялари.* Барча асосий технологик операциялар бажариб бўлингандан сўнг, юзларча ва ундан кўп ИСларга эга пластина алоҳида кристалларга бўлинади.
- Пластиналар лазер скрайбер ёрдамида, яъни тайёрланган ИСлар орасидан лазер нурини юргизиб кристалларга ажратилади. Ишлатишга яроқли кристаллар қобикларга ўрнатилади, бунда кристал аввал қобикқа елимланади ёки кавшарланади. Сўнг кристал сиртидаги контакт юзачалар қобик электродларига ингичка ($\varnothing 20\div 30$ мкм) симлар ёрдамида уланади.

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

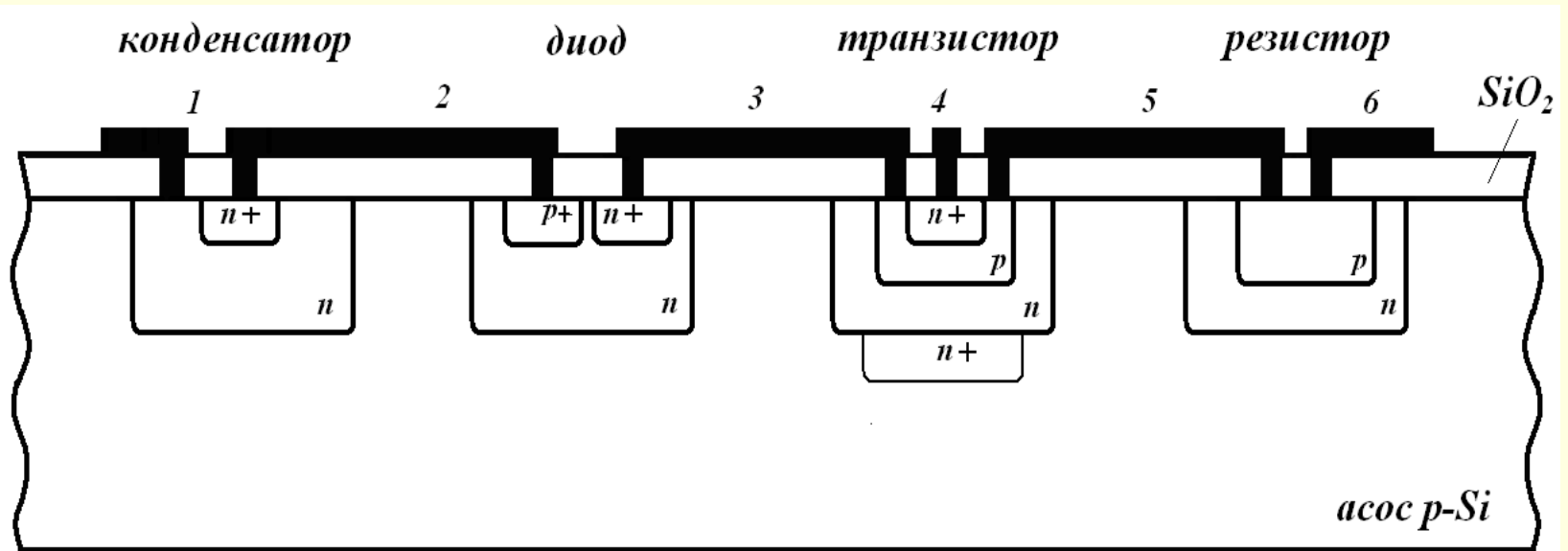
- Симлар уланаётганда термокомпрессиядан фойдаланилади, яъни уланаётган сим билан контакт юзачаси ёки микросхема электроди 200÷300 0С температурада ва юқори босимда бир – бирига босиб бириктирилади. Монтаж операциялари тугагандан сўнг кристалл юзаси атроф муҳит атмосфераси таъсиридан ҳимоялаш учун қобикланади.
- Одий интеграл схемаларда чиқиш электродлари сони 8-14 та, КИСларда эса 64 тагача ва ундан кўпроқ бўлиши мумкин.
- ИСлар қобиклари металл ёки пластмассадан тайёрланади. ИСларнинг қобиксиз турлари ҳам мавжуд.



ИМС принципал схемаси



ИМС тузилиши



Эътиборингиз учун рахмат !