

**УЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
УРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АЛ ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ УРГАНЧ
ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

Физика-математика факультети физика йуналиши 301
физика гурухи талабаси Кадамбаева Нафисанинг
«Яримутказгичли электроника асослари» фанидан ёзган

РЕФЕРАТИ

Мавзу: *Яримутказгич диодларда юз берадиган физикавий
ходисалар*

Илмий рахбар: Асатова Умида
Талаба: Кадамбаева Нафиса

Урганч 2012

Мавзу: Яримутказгич диодларда юз берадиган физикавий ходисалар

Режа:

1. Яримутказгич диодларнинг тузилиши ва уларни турлари.
2. Диодга тескари кучланиш берилган хол.
3. Диодга тугри кучланиш берилганг хол.
4. Диод Вольт-ампер характеристикасига ташки таъсирлар.
5. Диодларни асосий параметрлари

Дарс максадлари

Таълимий:

Талабаларда яримутказгич диодни тузилиши, унда юз берадиган физикавий ходисалар, диодни асосий параметрлари ва унга температуранинг таъсири хақида назарий билимларни хосил қилиш.

Тарбиявий:

Талабаларнинг фанга бўлган қизиқишларини шакллантириш, физик асбобларни ишлашини урганиш учун зарур бўлган билимларини ортириш

Ривожлантирувчи:

Талабаларда эркин фикрлаш ва мустақил ишлаш қобилиятларини ривожлантириш.

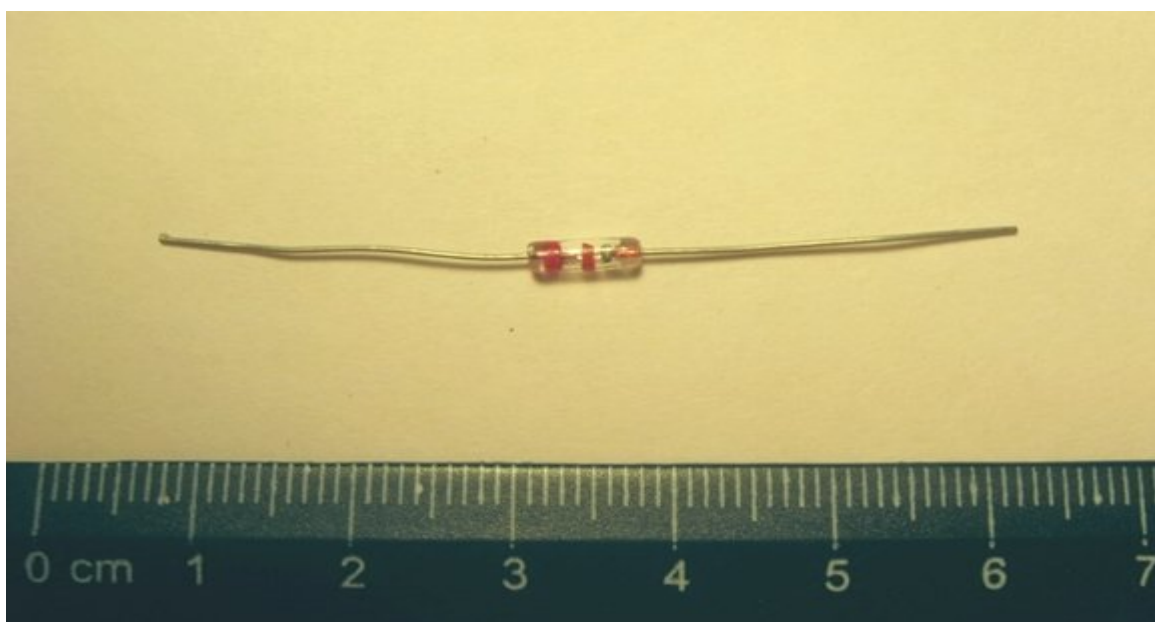
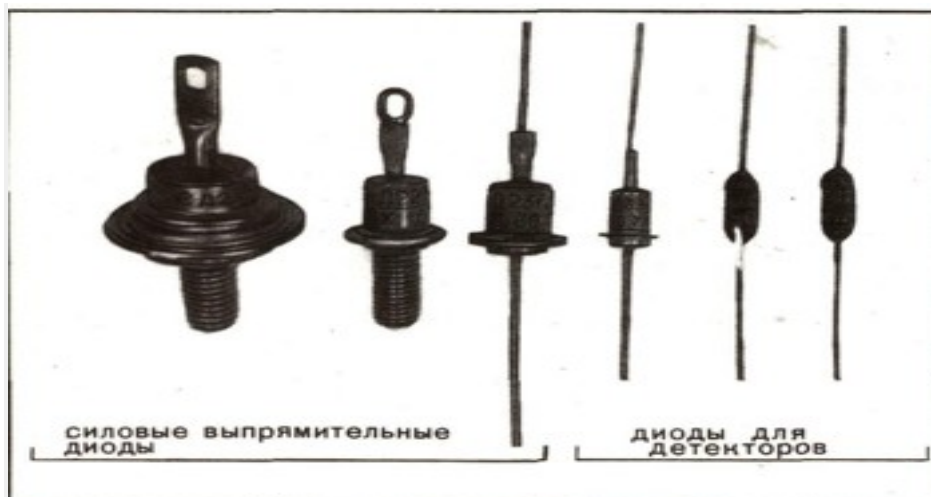


Асосий укув материали

1. Яримутказгич диодларнинг тузилиши ва уларни турлари

Диодлар грекча суздан олинган бўлиб, икки электрод маъносини англатади. Ток манбасини манфий кутбига уланган электрод **катод**, мусбат кутбига уланган электрод **анод** дейилади. Диодлар электрвакуумли (кенотронлар), газ тулдирилган (газотронлар, игнитронлар, стабилитронлар), яримутказгичли диодларга бўлинади.

Диодларни яратилиши ва ривожланиши 19-аср охирида иккита йуналиш бўйича бошланди; 1873 йилда инглиз олими Фредерик Гутри накалли вакуумли лампалар, яъни икки электродли вакуумли диодларни, 1874 йилда эса немис олими Карл Фердинанд Браун каттик жисмли диодларни кашф қилди. 1899 йилда Карл Фердинанд Браун кристалл жисмдан тугрилагич ясагани учун патент олди. 1900 йилда Гринлиф Пикард кристалл диода биринчи марта радиоприёмник ихтиро қилди. 1906 йил ноябрда Пикард кремнийли кристалл детектор яратди (патент США № 836531). Диодлар куйидаги қурилишларда бўлади.

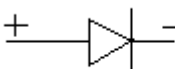
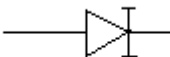
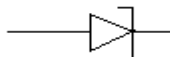
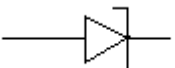
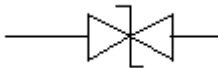
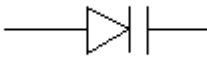
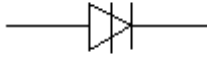
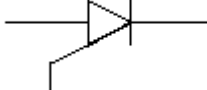
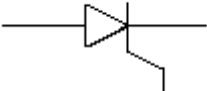
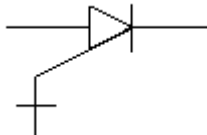


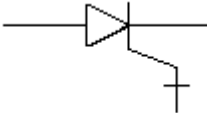
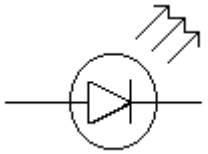
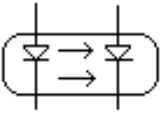
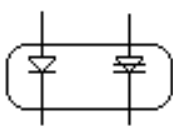
Хозирги вақтда асосан яримутказгичли диодлар ишлатилади.
 Яримутказгич диодларни асоси $p-n$ утиш, яъни турли типдаги уткузувчанликка эга
 яримутказгич моддалар контакти хисобланади.

1. Тугрилагич диодлар.
2. Стабилитронлар
3. Импульс диодлар

4. Юкори такрорийликли диодлар
5. Шоттки диодлари
6. Туннел ва тескари диодлар
7. Кучкисимон диодлар
8. Ганн диодлари
9. p-i-n диодлар
10. Варикаплар
11. Ёритувчи диодлар
12. Ёриткич диодлар.

Ярим ўтказгичли диодларни электр чизмаларда белгиланиши.

T/P	Диод номи	Чизмада белгиланиши
1	2	3
1	Ярим ўтказгичли тўғрилагич диод	
2	Тунел диодлар	
3	Тескариланган диодлар	
4	Бир томонлама ўтказувчан диодлар(стабилитрон)	
5	Икки томонлама ўтказувчан диодлар(стабилитрон)	
6	Варикап диодлар	
7	Диодли тристорлар	
8	Аноди бошқариладиган тристорлар	
9	Катоди бошқариладиган тристорлар	
10	Аноди бошқариладиган ва очиб ёпиладиган тристорли диодлар	

11	Католи бошқариладиган ва очиб ёпиладиган тристорли диодлар	
12	Нур сочувчи диодлар	
13	Жуфт диодлар	
14	Жуфт тристорли диодлар	

2. Диодга тескари кучланиш берилган хол.

Идеал диоднинг ВАХ $p - n$ утиш учун чиқарилган қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$J = J_0 \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right) \quad (1)$$

Лекин ҳақиқий диодларда идеал диодларда ҳисобга олинмаган физикавий ҳодисалар содир бўлади. Натижада (1) боғланишда узғаришлар бўлади.

Диодни p соҳасига манфий потенциал, n соҳасига мусбат потенциал, яъни тескари кучланиш берилган ҳолда $p - n$ утишда беркитувчи қатлам қалинлиги ва потенциал тусик баландлиги ортади. Асосий заряд ташувчиларни у $p - n$ утишдан диффузияси жуда оз бўлади. Бу вақтда асосий бўлмаган заряд ташувчилар оқими узгармайди, чунки улар учун тусик йук. Асосий бўлмаган заряд ташувчиларни электр майдон билан утиш соҳасига тортилади ва улар ундан қушни соҳага утиб кетади, яъни заряд ташувчиларни **экстракцияси** содир бўлади. Асосий бўлмаган заряд ташувчилар оқими электрон-ковак жуфтликларини иссиқлик генерация тезлики билан аниқланади. Бу жуфтликлар тусикка қараб диффузияланади ва уни майдони билан ажратилади, натижада $p - n$ утишдан тескари ток оқади, одатда у кичик ва кучланишга боғлиқ эмас. Идеал диодларда тескари ток иссиқлик токи деб юритилади. Ҳақиқий диодларда эса иссиқлик токи тескари токни бир қисмини ташкил қилади. Умуман тескари ток $p - n$ утишда эркин заряд ташувчиларни генерацияланиш токи, сизиш токи ва бошқалардан ташкил топади.

Иссиқлик токи учун қуйидаги формулани ёзамиз

$$J_0 = eS \left(L_p \frac{p_{n_0}}{\tau_p} + L_n \frac{n_{p_0}}{\tau_n} \right) \quad (2)$$

p_{n_0} ва n_{p_0} - ноасосий заряд ташувчиларнинг мувозанатий концентрациялари, τ_p ва τ_n - ковак ва электронларнинг яшаш вақтлари. L_n ва L_p - заряд ташувчиларнинг диффузиявий йул узунлиги. S - $p - n$ утишни юзаси. Демак (2) формуладан керакли параметрларни урнига

куйиб, исиклик токини хисоблаш мумкин. Хисоблашлар, масалан, Ge ли диодларда исиклик токи Si ли диодларникига Караганда 10^6 марта ката эканлигини курсатади.

Генерация токи- п сохадан р сохага окувчи ковак токидир. Бу ток электронларни валент зона сатхларидан исиклик билан уйготганда утиш катламини п сохасида генерацияланадиган коваклар билан хосил килинади.

Утиш сохасига тушган хар бир ковак ички электр майдон туфайли дархол р сохага улоктирилади. Натижада хосил булган генерация токи утиш катламидаги потенциални узгариш катталигига боглик булмайди.

Сизиш токи. Диодлар сиртларида содир буладиган ходисалар сизиш токларини хосил килади. Бу тоklar ката тескари кучланишларда германий диодларда исиклик токи J_0 га, кремний диодларда генерация токи J_g га тенглашиб колади.

Шундай килиб, хакикий диодларда тескари $J_{\text{òãñ}}$ ток бир неча тоklarдан ташкил топади:

$$J_{\text{òãñ}} = J_0 + J_g + J_r \quad (3)$$

3. Диодга тугри кучланиш берилганг хол. Диодга тугри кучланиш берилганда р – п утишдаги тусик баландлиги ва беркитувчи катлам калинлиги камаяди. Беркитувчи катламга кириб борувчи заряд ташувчиларнинг сони ва уларнинг бу катламда мавжуд булиш вакти ортади, ва шу сабабли рекомбинация генерациядан кучлирок ва демак рекомбинация токи генерация токидан ката булади. Бу заряд ташувчилар кушни катламга утиши билан ноасосий булиб колишади. Натижада р – п утишни хар икала томонида ноасосий заряд ташувчилар сони ортади ва заряд ташувчилар инъекцияси, яъни пуркалиши юз беради. Шу Билан бир вақта контактлар оркали сохаларга асосий заряд ташувчилар киради, улар инъекцияланган заряд ташувчилар билан компенсациялашадилар. Натижада рекомбинация тезлиги ортади ва утиш сохасидан нолдан фаркли ток окади. Бу ток кучланишга экспоненциал боглик равишда ортади.

Рекомбинация токи- р сохадан п сохага окувчи коваклар токидир. Беркитувчи катлам электр майдони бу токга каршилик килади ва факат етарлича ката кинетик энергияли ковакларгина потенциал тусикни енгиб, рекомбинация токини хосил кила олади.

Генерация токидан фаркли рекомбинация токи куйилган ташки кучланишга жуда сезгир. р сохадан п сохага окувчи ковакларни тула токи рекомбинация ва генерация токларини фаркидан иборатдир. Рекомбинация токи куйидаги формула билан ифодаланади:

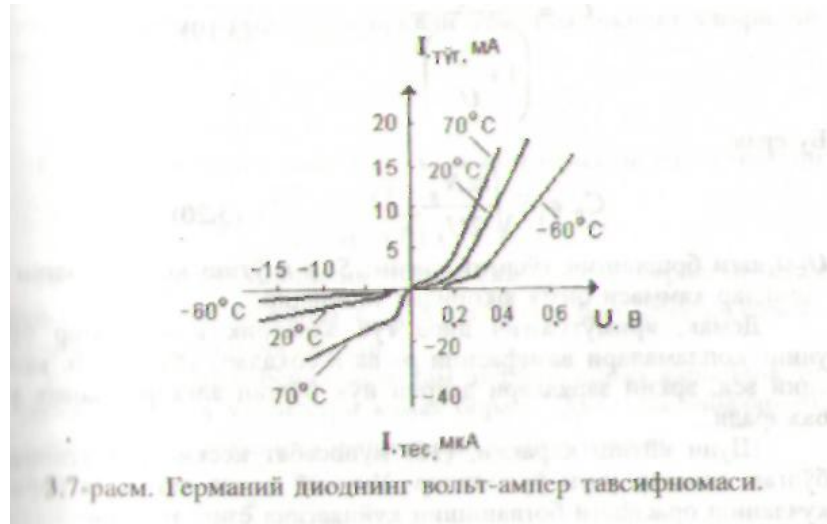
$$J_r = eSd \frac{n_i}{\tau_p + \tau_n} e^{\frac{eU}{2kT}} \quad (4)$$

Демак рекомбинация токи n_i га боглик, бу эса Ge ва Si да унинг киймати хар хил булишини билдиради. Ge диодларда $J_r < J_0$, Si ли диодларда $J_r > J_0$

Базанинг хажмий каршилиги. База кучли легирланган булмаса, уни каршилиги катта ва р – п утишни каршилигига якин булиб колади. Бу холда ташки манба кучланиши Тула р – п утишга куйилган булмасдан, унинг бир кисми базани хажм каршилигида хам тушади. Пуркалиш даражаси ката булганда базага пуркалган коваклар сони базадаги эркин заряд ташувчиларни умумий сонига нисбатан анча ката булиши мумкин. Натижада базанинг каршилиги сезиларли узгаради. Бу ходиса база каршилигини **модуляцияланиши** дейилади.

4. Диод Вольт-ампер характеристикасига ташки таъсирлар.

Диод ВАХ сига температура жуда кучли таъсир курсатади. Температура кутарилиши билан тескари ток кескин ортиб кетади ва характеристикани тугри кисми тикрок булла боради. Бунга сабаб, ноасосий заряд ташувчилар концентрациясининг температурага кескин боғликлигидир. Яримутказгич тақикланган зонасининг кенглиги канча кичик булса, ундан ясалган диодга температуранинг таъсири шунча кучлирок булади.



Электрон яримутказгичда коваклар концентрацияси температурага куйидагича боғланган.

$$p_n = \frac{N_c^2}{N_g} \exp\left(\frac{-\Delta W}{kT}\right) \quad (5)$$

Электрон-ковак утишнинг экстракция токи

$$I_0 = \frac{eSD_p N_c^2}{L_p N_g} \exp\left(\frac{\Delta W}{kT}\right) \quad (6)$$

Демак, температура ортиши билан экстракция токи экспоненциал ортади.

Тугри токнинг температурага боғликлиги куйидаги муносабат билан аникланади.

$$I = I_t \exp\left(\frac{eU - \Delta W}{kT}\right) \quad (7)$$

Бу ерда $I_t = \frac{eSD_p N_c^2}{L_p N_g}$

$eU < \Delta W$ экспонента курсаткичи манфий булганлигидан тугри ток ҳам температура кутарилиши билан ортади.

При изменении знака U значение тока через переход может изменяться в 10^5 — 10^6 раз. Благодаря этому p — n -переход может использоваться для выпрямления переменных токов

5. Диодларни асосий параметрлари-диодларни сизими, дифференциал каршилиги, узгармас тока каршилиги.

Яримутказгич диод гуё конденсатор булиб, унинг копламалари вазифасини p ва n сохалар, диэлектрик вазифасини эркин заряд ташувчилари йук булган утиш катлами бажаради. Диодни сизим ва унга куйилган кучланиш орасида куйидагича боғланиш мавжуд:

$$C_t = C_0 \left(1 + \frac{U}{U_k} \right)^{-\gamma} \quad (8)$$

γ – р - п утишдаги киришмаларнинг концентрацияларига караб $\frac{1}{2}$ дан $\frac{1}{3}$ гача узгаради.

Юпка р – п утишлар учун C_0 киймати 300-600 пФ ларга боради.

Диоднинг дифференциал каршилиги кучланишнинг ишчи нукта ҳолати билан аникланувчи бирор U киймати атрофида узгарган вақтда диод оркали утаётган токнинг узгаришини белгилайди.

$$r_{\partial U / \partial I} = \frac{\partial U}{\partial I} \quad (9)$$

Дифференциал тока ёки диодга берилган кучланишга боғлиқ.

Диодни узгармас тока каршилиги диодга куйилаётган узгармас кучланишнинг шунга мос узгармас ток катталигига нисбатига тенг:

$$r = \frac{U}{I} \quad (10)$$

Таянч тушунчалар ва иборалар

Яримутказгич диод, нуктавий диод, ясси диод, иссиқлик токи, генерация токи, сизиш токи, тула тескари ток, рекомбинация токи, заряд ташувчиларнинг инжекцияси, заряд ташувчиларнинг экстракцияси, база каршилигининг модуляцияланиши, диоднинг ВАХ сига температуранинг таъсири, диоднинг сигими, диоднинг дифференциал каршилиги, диодларнинг турлари.

Ахборот ва техник воситалар

1. Компьютер, видеопроектор.

Назорат савол ва топшириклари

1. Яримутказгич диод деб нимага айтилади?
2. Котишмавий
3. Диодда содир буладиган физикавий жараёнларни тушунтиринг.
4. р-п утиш оркали оқувчи тескари ток кандай тоқлардан ташкил топан?.
5. Иссиклик токи нима?
6. Генерация токи нима?
7. Сизиш токи нима?
8. Рекомбинация токи нима?
9. Диодни ВАХ сига температура кандай таъсир курсатади.?
10. Диодга тугри ва тескари кучланишлар берилганда кандай ходисалар содир булади.?
11. Диодни асосий параметрлари нималардан ибоат?
12. Яримутказгич диодлар бажарадиган вазифасига караб кандай турларга ажратилади?.

Adabiyotlar

1. Зи.С. Физика полупроводниковых приборов.М.Мир– 432 с.
2. Викулин И.М, Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов.Москва.1990
- 3.Юнусов М.С, Власов С.И ва бошқалар. Электрон асбоблар. Тошкент 2003 й 191 б.