

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
VAZIRLAR MAHKAMASI HUZURIDAGI
TOSHKENT ISLOM UNIVERSITETI**

Sxemotexnika fanidan

Referat

Mavzu: Energetik zonalar

**Bajardi IAT 2 – kurs
talabasi
Boymirzayev I.**

Toshkent 2013

Энергетик зоналар

Замонавий электроника қурилмалари ярим ўтказгичли материаллардан тайёрланади. Ярим ўтказгичлар кристалл, аморф ва суюқ бўлади. Ярим ўтказгичли техникада асосан кристалл ярим ўтказгичлар (10^{10} асосий модда таркибида бир атомдан ортиқ бўлмаган киритма монокристаллари) қўлланилади. Одатда ярим ўтказгичларга солиштирама электр ўтказувчанлиги σ металллар ва диэлектриклар оралиғида бўлган ярим ўтказгичлар киради (уларнинг номи ҳам шундан келиб чиқади). Хона температурасида уларнинг солиштирама электр ўтказувчанлиги 10^{-8} дан 10^{-5} гача См/м (метрга Сименс)ни ташкил этади. Металларда $\sigma = 10^6 - 10^8$ См/м, диэлектрикларда эса $\sigma = 10^{-8} - 10^{-13}$ См/м. Ярим ўтказгичларнинг асосий хусусияти шундаки, температура ортган сари уларнинг солиштирама электр ўтказувчанлиги ҳам ортиб боради, металлларда эса камаёди. Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги ёруғлик билан нурлантириш ва ҳатто жуда кичик киритма микдорига боғлиқ. Ярим ўтказгичларнинг хоссалари **қаттиқ жисм зона назарияси** билан тушунтирилади.

Ҳар бир қаттиқ жисм кўп сонли бир-бири билан кучли ўзаро таъсирлашаётган атомлардан таркиб топган. Шу сабабли бир бўлак қаттиқ жисм таркибидаги атомлар мажмуаси ягона тузилма деб қаралади. Қаттиқ жисмда атомлар боғлиқлиги атомнинг ташқи қобиғидаги электронларни жуфт бўлиб бирлашишлари (валент электронлар) натижасида юзага келади. Бундай боғланиш **ковалент боғланиш** деб аталади.

Атомдаги бирор электрон каби валент электрон энергияси W ҳам дискрет ёки квантланган бўлади, яъни электрон **энергетик сатҳ** деб аталувчи бирор рухсат этилган энергия қийматига эга бўлади. Энергетик сатҳлар электронлар учун таъқиқланган энергиялар билан ажратилган. Улар **таъқиқланган зоналар** деб аталади. Қаттиқ жисмларда қўшни электронлар бир-бирига жуда яқин жойлашганлиги учун, энергетик сатҳларни силжиши ва ажралишига олиб келади ва натижада **рухсат этилган энергетик зоналар** юзага келади. Энергетик зонада рухсат этилган сатҳлар сони кристалдаги атомлар сонига тенг бўлади. Рухсат этилган зоналар кенглиги одатда бир неча электрон – вольтга тенг (электрон – вольт – бу 1В га тенг бўлган потенциаллар фарқини енгиб ўтган электроннинг олган энергияси). Рухсат этилган зонадаги минимал энергия сатҳи туби (W_c), максимал энергия эса шипи (W_v) деб аталади.

1.1-расмда ярим ўтказгичнинг зона диаграммаси келтирилган. Таъқиқланган зона кенглиги ΔW_t ярим ўтказгичнинг асосий параметри бўлиб ҳисобланади.



1.1 – расм.

Электроникада кенг қўлланиладиган ярим ўтказгичларнинг таъқиқланган зона кенгликлари ΔW_t (эВ) қуйидагига тенг: германий учун – 0,67, кремний учун – 1,12 ва галлий арсениди учун -1,38.

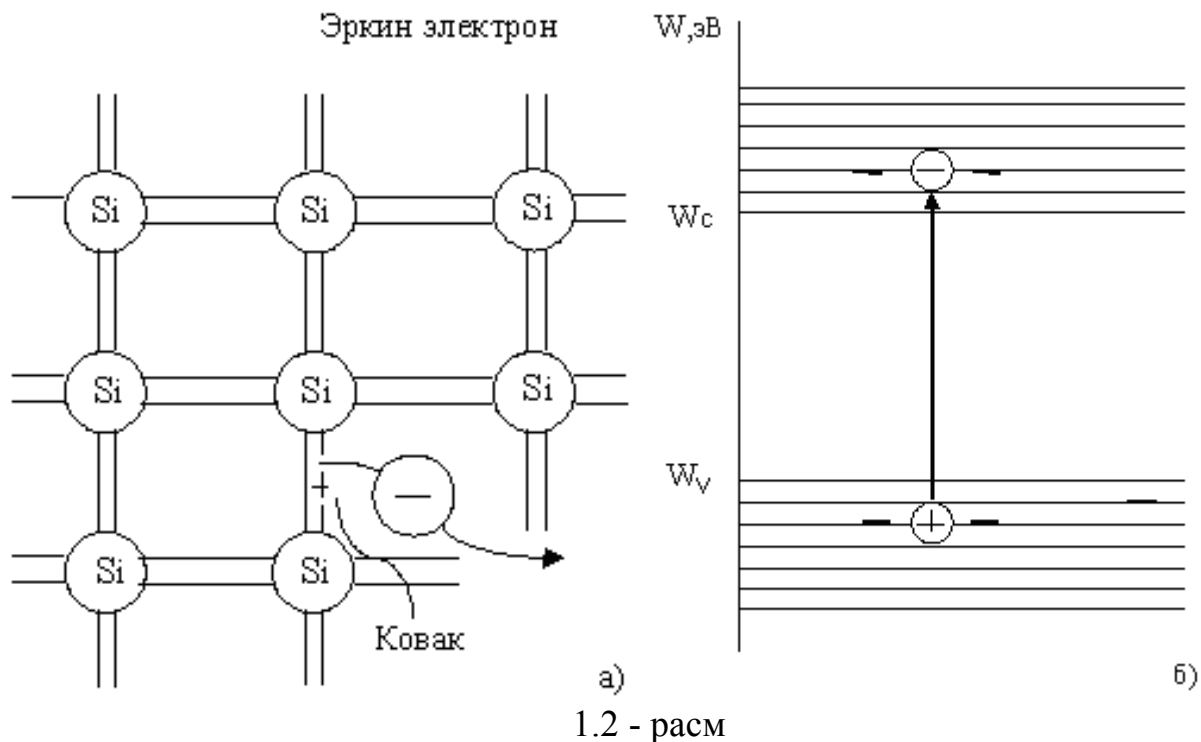
Диэлектрикларда таъқиқланган зона кенглиги $\Delta W_t \geq 2$ эВ, металлларда эса рухсат этилган зоналар бир – бирига кириб кетган бўлади, яъни мавжуд эмас.

Юқоридаги рухсат этилган зона **ўтказувчанлик зонаси** деб аталади, яъни мос энергияга эга бўлган электронлар, ташқи электр майдони таъсирида ярим ўтказгич ҳажмида ҳаракатланишлари мумкин, бунда улар электр ўтказувчанлик юзага келтирадилар. Ўтказувчанлик зонасидаги бирор энергияга мос келадиган электронлар **ўтказувчанлик электронлари** ёки **эркин заряд ташувчилар** деб аталадилар. Қуйидаги рухсат этилган зона **валент зона** деб аталади.

Абсолют ноль температурада (0 K) ярим ўтказгичнинг валент зонасидаги барча сатҳлар электронлар билан тўлган, ўтказувчанлик зонасидаги сатҳлар эса электронлардан холи бўлади.

1.2. Хусусий электр ўтказувчанлик

Ярим ўтказгичли электроника маҳсулотларининг деярли 97 % кремний асосида ясалади. 1.2 – расмда киритмасиз кремний панжарасининг соддалаштирилган модели (а) ва унинг зона энергетик диаграммаси (б) келтирилган. Агар ярим ўтказгич кристалли таркибида киритма умуман бўлмаса ва кристалл панжаранинг тузулмасида нуқсонлар (бўш тугунлар, панжара силжиши ва бошқалар) мавжуд бўлмаса, бундай ярим ўтказгич хусусий деб аталади ва i ҳарфи билан белгиланади.



1.2 – расмдан кўриниб турибдики, кремний хусусий кристаллида унинг атомининг тўртта валент электрони кремнийнинг қўшни атомининг тўртта электрони билан боғланиб, мустақкам саккиз электронли кобик (тўғри чизик) ҳосил қилади. 0 К температурада бундай ярим ўтказгичда эркин заряд ташувчилар мавжуд бўлмайди. Лекин температура ортиши билан ёки ёруғлик нури туширилганда ковалент боғланишларнинг бир қисми узилади ва валент электронлар ўтказувчанлик зонасига ўтиш учун етарлича энергия оладилар (1.2 б-расм).

Натижада валент электрон эркин заряд ташувчига айланади ва кучланиш таъсир эттирилса, у ток ҳосил қилишда иштирок этади. Электрон йўқотилиши натижасида атом мусбат ионга айланади.

Бир вақтнинг ўзида валент зонада бўш сатҳ ҳосил бўлади ва валент электронлар ўз энергияларини ўзгартиришларига, яъни валент зонасининг бирор рухсат этилган сатҳидан бошқасига ўтишига имкон яратилади. Шундай қилиб, у ток ҳосил бўлиш жараёнида қатнашиши мумкин. Температура ортган сари кўпроқ валент электронлар ўтказувчанлик зонасига ўтадилар ва электр ўтказувчанлик ортиб боради.

Валент зонадаги эркин энергетик сатҳ ёки эркин валент боғланиш қовакли деб аталади ва у электрон зарядининг абсолют қийматига тенг бўлган эркин мусбат заряд ташувчи ҳисобланади. Ковакнинг ҳаракатланиши валент электрони ҳаракатига қарама – қарши бўлади.

Шундай қилиб, атомлар орасидаги ковалент боғланишнинг узилиши бир вақтнинг ўзида эркин электрон ва электрон ажралиб чиққан атом яқинида ковак ҳосил бўлишига олиб келади. Электрон – ковак жуфтлигининг ҳосил бўлиш жараёнига **заряд ташувчилар генерацияси** деб аталади. Агар бу жараён иссиқлик таъсирида амалга ошса, у иссиқлик генерацияси деб аталади. Ўтказувчанлик зонасида электроннинг ҳосил бўлиши ва валент зонасида ковакнинг юзага келиши 1.2 б-расмда мос ишоралар ёрдамида айланалар кўринишида тасвирланган.

Стрелка ёрдамида электроннинг валент зонасидан ўтказувчанлик зонасига ўтиши кўрсатилган.

Генерация натижасида юзага келган электронлар ва коваклар ярим ўтказич кристаллида яшаш вақти деб аталадиган бирор вақт мобайнида тартибсиз ҳаракатланадилар, сўнгра эркин электрон тўлиқ бўлмаган боғланишни тўлдиради ва боғланиш ҳосил бўлади. Бу жараён **рекомбинация** деб аталади.

Ўзгармас температурада (бошқа ташқи таъсирлар мавжуд бўлмаганда) кристалл мувозанат ҳолатда бўлади. Яъни, генерацияланган заряд ташувчилар жуфтлиги сони рекомбинацияланган жуфтликлар сонига тенг бўлади. Бирлик ҳажмдаги заряд ташувчилар сони, яъни уларнинг концентрацияси, солиштирма электр ўтказувчанлик қийматини беради. Хусусий ярим ўтказгичларда электронлар концентрацияси коваклар концентрациясига тенг бўлади ($n_i = p_i$). n (negative сўзидан) ва p (positive сўзидан) ҳарфлари мос равишда электрон ва ковакка мос келади. Киритмасиз ярим ўтказгичда ҳосил бўлган электрон ва коваклар **хусусий эркин заряд ташувчилар** ва уларга асосланган электр ўтказувчанлик эса – **хусусий электр ўтказувчанлик** деб аталади.