

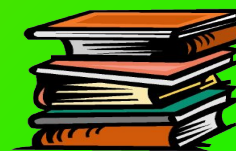
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ИНСТИТУТЫ



Жұмыс тақырыбы: Жартылай өткізгіштердегі Холл эффектін зерттеу

Орындаған: Паткуллаева Ж.М., Ф-13-1

Ғылыми жетекшісі: Тамаев С.Т., профессор



Тараз-2015

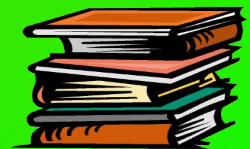
Жоспар

Кіріспе

Жартылай өткізгіштер теориясы

Жартылай өткізгіштер түрлері

Холл эффектісі





Зерттеу жұмысының мақсаты: Жартылай өткізгіштердегі заряд тасымалдаушылардың санын және Холл коэффициентін анықтау.



Бөлме температурасында меншікті электрөткізгіштігі $10^{-10} - 10^4 \text{ (Ом*м)}^{-1}$ аралығында жататын заттар **жартылай өткізгіштер** деп аталады.

- Жартылай өткізгіштердің электр өткізгіштіктері температурасына, түскен жарықтың энергия шамасына, сыртқы өріс кернеулігіне, түсірілген қысым дәрежесіне тәуелді болады. Жартылай өткізгіштердің электр өткізгіштері құрамындағы қоспаларға көп тәуелді.



Si



- Ge



- GaAs



P



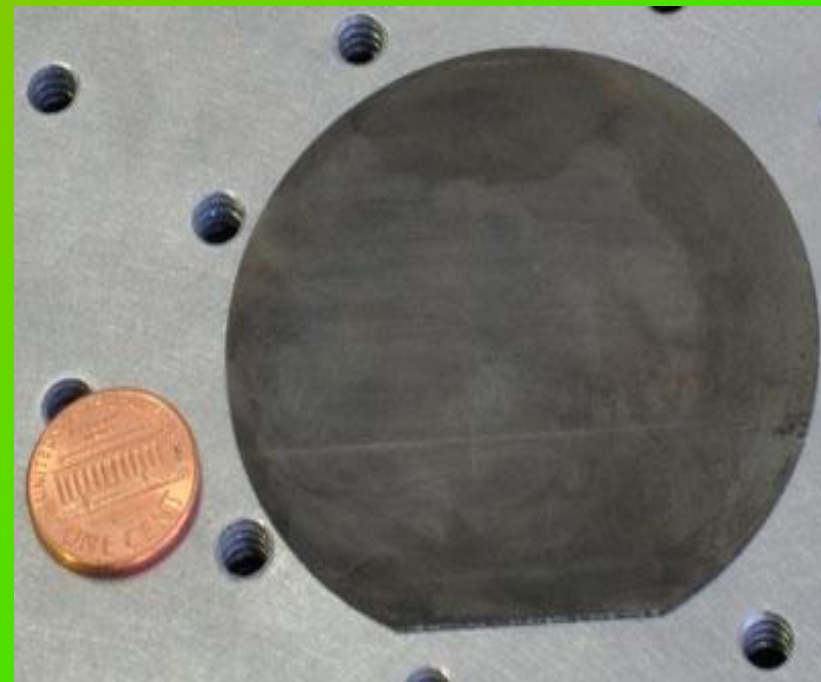
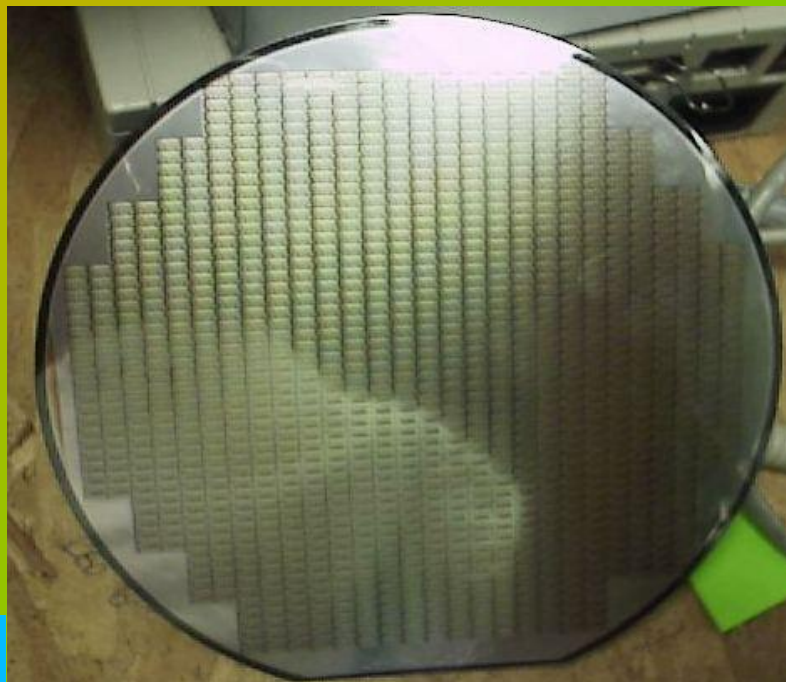
Жартылай өткізгішті құрылғылар

- Тербелістерді күшейту және генерациялау - транзисторлар
- Айнымалы тоқты түзету - диодтар
- Жылу және күн энергиясын электрлікке айналдыру – термо, фотоэлемент
- Электр энергиясын жарыққа айналдыру – лазерлер, жарық диодтары
- Температура датчиктері - термисторлар
- корпускулалар сәулелерінің датчиктері – фоторезисттар, дозиметрлер
- Қысым өлшеуіштер - тензодатчиктер
- Магнит өрісін өлшеу – Холл датчиктері

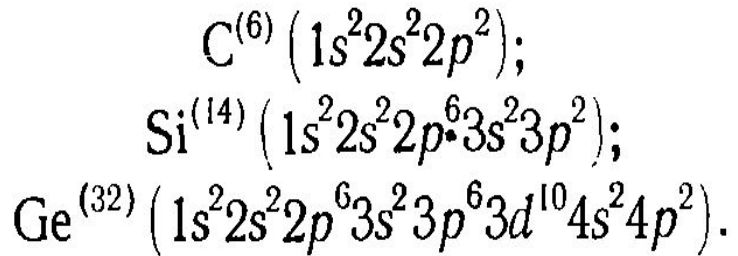
Жартылай өткізгішті өндірістің технологиясы.

- Кәзіргі кезде жартылай өткізгішті өндірістің технологиясы фото және электролитография, оксидтау, ионды-плазмалық тозаңдату, иондық имплантация, диффузия, термокомпрессия деген көптеген күрделі процесстерге негізделген. Микросхемалар және құрылғыларды жасауда қолданылатын материалдарға тазалығы мен құрылымына жоғары сұраныс қойылады. Негізгі технологиялық процесстерді орындау үшін оптика-механикалық, термиялық, ионды-сәулелік қондырғыларды қолданады. Процесстер температурасы және ылғалдылығы белгілі, шаңнан тазартылған бөлмелерде жүзеге асырылады.

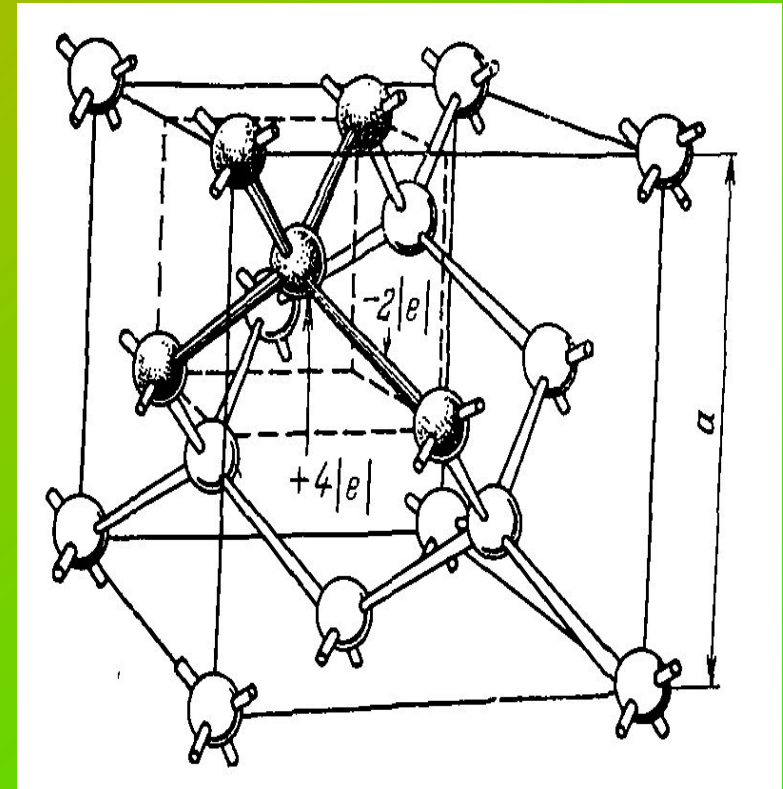




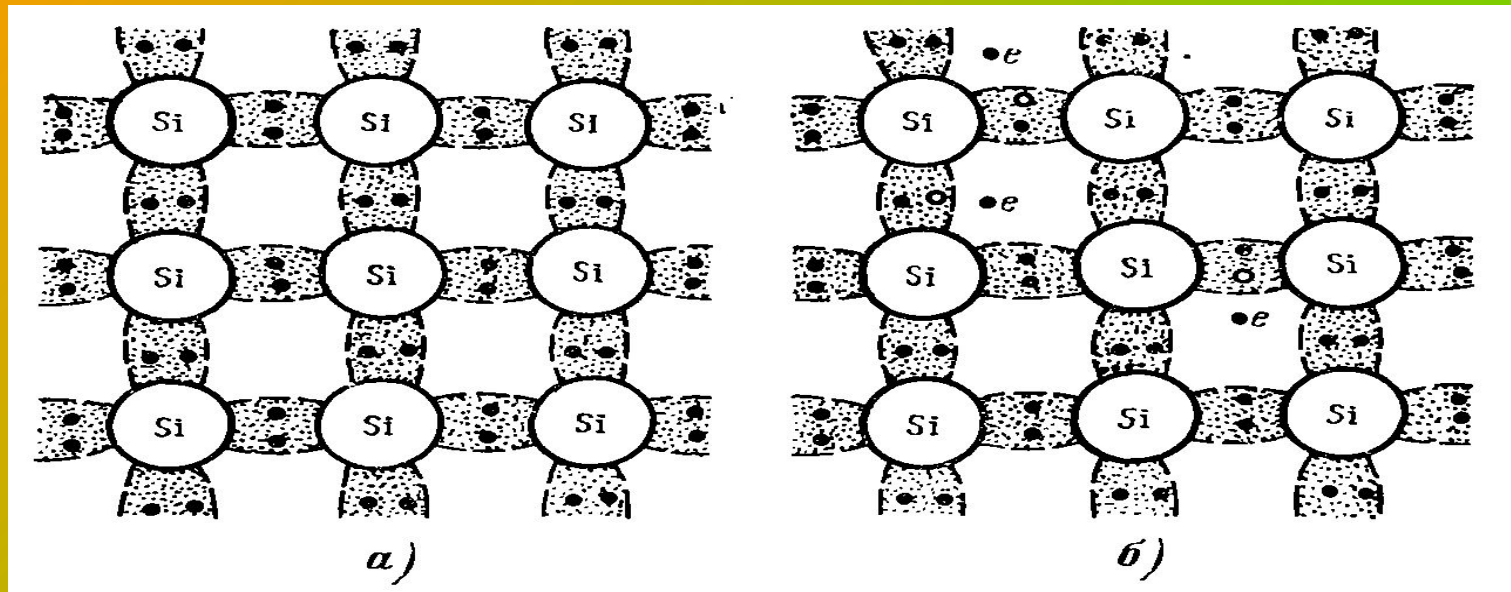
Элементар ж. ө. материалдардың электрөткізгіштік механизмын қарастырайық.



Кремний кристаллы түзелуде әрбір атомның төрт валентті электроны $3s^2 3p^2$ күйінен спиндары қосарланбаған гибриды sp^3 күйне өтіп кеңістікте эквивалентті төрт байланыс құрайды. Кубтық алмазтәріздес кристалдық тор түзеледі (1 сур.).



1 сур. Алмаз тәріздес кристалдық тор
а – тор тұрақтысы.



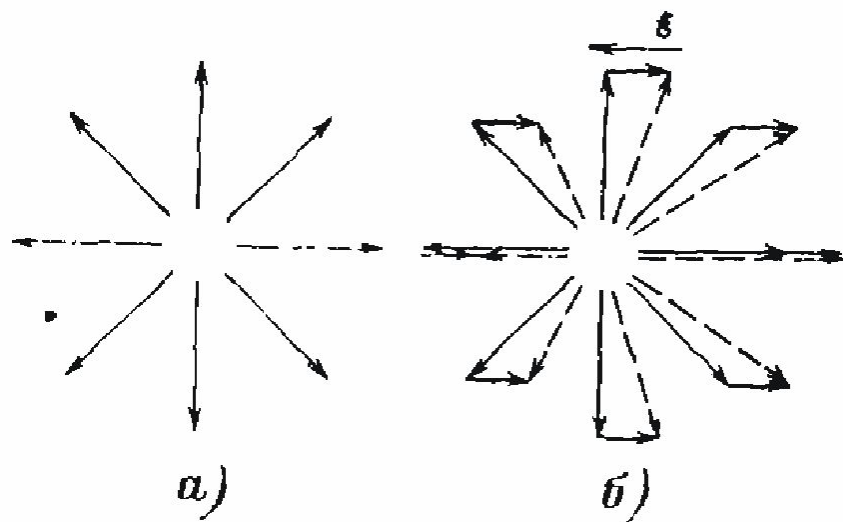
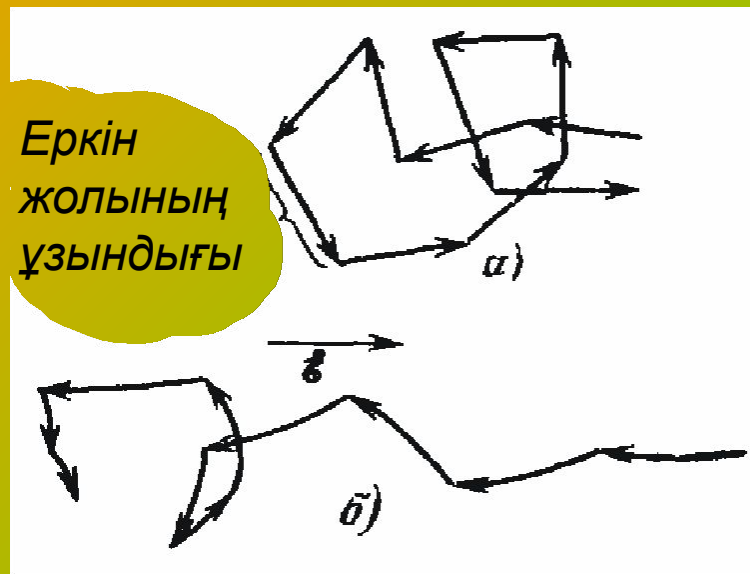
2 сур. Кремний торындағы байланыстардың орналасуын жазықтықта бейнеленуі.

Байланыстағы электронның еркін электронға айналу процессы *генерация* процессы деп аталады.

Еркін электронның байланыстағы электронға айналу процессы *рекомбинация* процессы деп аталады.

Валенттік байланыстағы бос орын *кемтік* деп аталады.

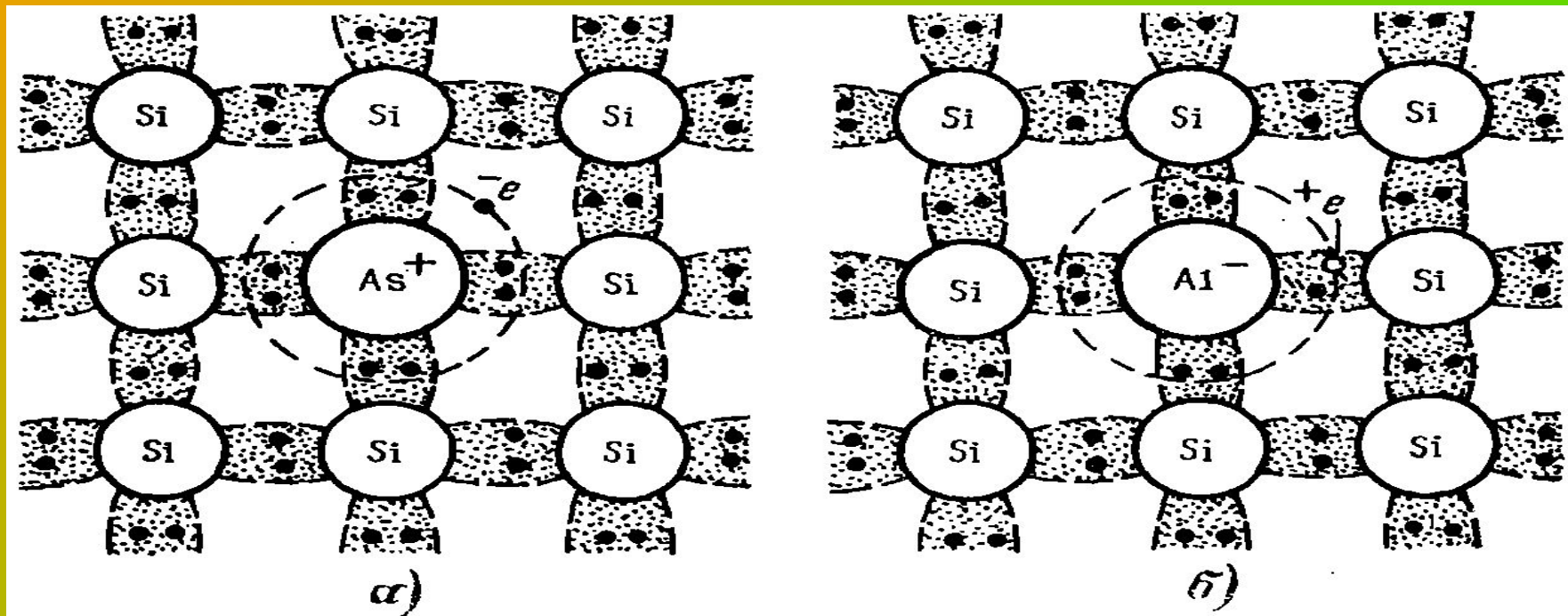
Егер ж. ө. валенттік байланыстардың үзілуі нәтижесінде пайда болған еркін электрондармен кемтіктердің саны тең болса ол *меншікті* деп аталады.
 Ge: 10^{13}см^{-3} бөлме температурасындағы еркін электрондар мен кемтіктердің
 Si: 10^{10}см^{-3} саны.



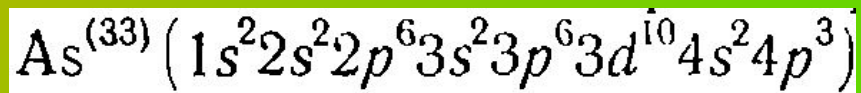
Жылулық энергия (а) және сыртқы электр өрісінің (б) әсерінен еркін электрон қозғалысының схемасы.

Электрон жылдамдықтарының электр өрісіндегі (а) және электр өрісі жоқ болғандағы (б) схемалық бейнеленуі.

Қоспасы бар ж. ө. қоспалы деп, ал электрөткізгіштігі қоспалы электрөткізгіш-тік деп аталады



Донорлық (а) және акцепторлық (б) ж. ө. кристаллдық торының схемалық бейнесі.

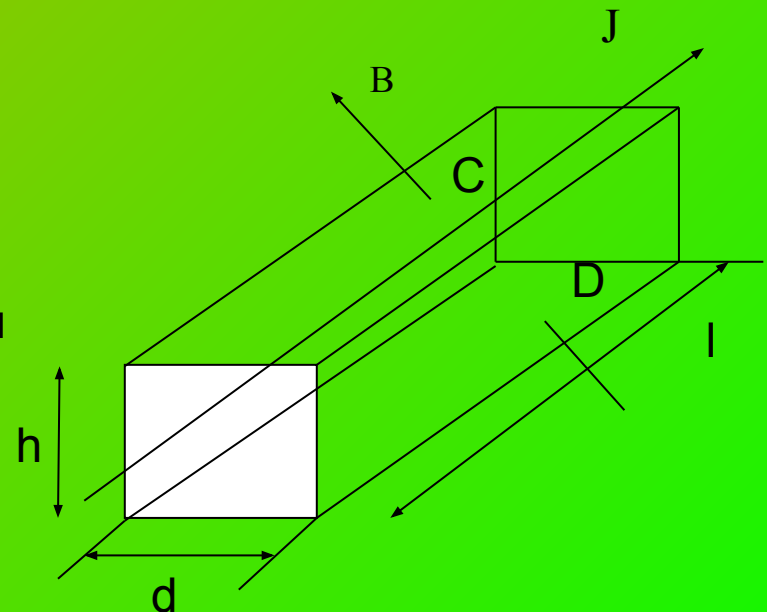


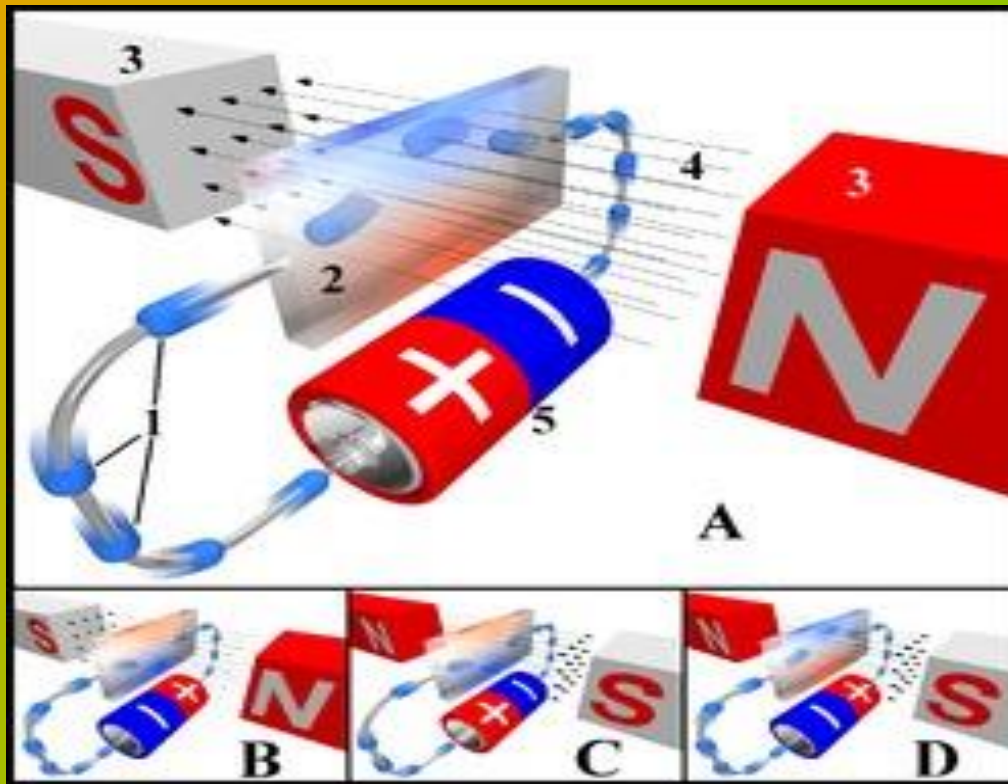
Электронды бертін қоспа *донорлық* деп аталады, ж. ө. *электронды* немесе *n – типті* болады. Ж. ө. өткізгіштігінде басым ролді электрондар атқаратын болғандықтан олар *негізгі*, ал кемтіктер *негізгі емес* заряд тасымалдаушылар болып табылады.

Электронды қармап алатын қоспа *акцепторлық* деп аталады, ж. ө. *кемтікті* немесе *p – типті* болады. Ж. ө. өткізгіштігінде басым рөлді кемтіктер атқаратын болғандықтан олар *негізгі*, ал электрондар *негізгі емес* заряд тасымалдаушылар болып табылады.

Холл эффектісін бақылау үшін зерттелетін жартылай өткізгіштен тікбұрышты параллелепипед түрінде үлгі жасап алынады да, оның ұзындығы бойынша J тогын жібереді. Параллелепипедтің жоғарғы және төменгі қырларын потенциалдар тосқауылдары бірдей болатын $\varphi_D = \varphi_C$ D нүктелерін тандап алады. Сонда осы нүктелердің потенциалдары бір-біріне тең болады.[7]

Егер осындай жартылай өткізгішті магнит индукция вектор $\vec{H}$ ток өтетін бағытына перпендикуляр болатындай етіп, біртекті магнит өрісіне орналастырсақ, онда C және D нүктелерінің арасында потенциалдар айырым пайда болады. Осы құбылысты Холл эффектісі, ал пайда болған көлденең электр қозғаушы күшті Холл эффектісінің электр қозғаушы күші деп атайды.





- 1.электрондар
- 2.зонд
- 3.магниттер
- 4.магнитті аймақ
- 5.ток көзі

Холл эффектісі қозғалған электр зарядына Лоренц күшінің әсер етуінің нәтижесінде пайда болады. $F_{\text{л}} = e[\vec{v} \cdot \vec{B}]$

Лоренц күшінің әсерінен қозғалыстағы ток тасымалдаушылар осы күш бағытына қарай ығысып, үлгіде бір таңбалы зарядтардың бір жағында, ал екінші таңбалы зарядтар екінші жағына жинақталуына мүмкіндік туғызады. Қорытындысында өткізгіште кернеулігі тең көлденең электр өрісі пайда болады. Осы пайда болған өріс қозғалған зарядтарға күші арқылы әсер етеді. $F_E = e\vec{E}$

Тепе – теңдік жағдайда күштер абсолютті шамалары бойынша бір – біріне тең, бағыттары бойынша бір-біріне қарама-қарсы болады. $\vec{F}_E = -\vec{F}_{\text{л}} |F_E| = |F_{\text{л}}|$

$$\vec{E} = v\vec{B}$$

Көлденең потенциалдар айырымы $U_x = E \cdot h,$

мұндағы h потенциалдары өлшенетін C және D нүктелерінің ара қашықтығы немесе $U_x = vBh$

зарядтардың орташа жылдамдығын ток тығыздығы үшін жазылған Ом заңына сүйене отырып анықтауға болады. $\vec{j} = e\vec{v}n$

Бұдан

$$\vec{v} = \frac{\vec{j}}{en}$$

Ток тығыздығының анықтамасы бойынша

$$j = \frac{i}{hd}$$

Енді алдыңғы теңдеулерін біріктіре отырып, ток тасымалдаушылар қозғалысының жылдамдығын анықтаймыз.

$$\vec{v} = \frac{1}{en} \cdot \frac{i}{h \cdot d}$$

Ток тасымалдаушының орташа жылдамдығының шамас алдыңғы теңдеулерді ескере отырып, Холл потенциалын

$$U_x = \frac{1}{en} \cdot \frac{iB}{d}$$

$$B = \mu \mu_0 H;$$

$$U_x = \frac{\mu_0 \mu}{e \cdot n} \cdot \frac{i \cdot H}{d}$$

Егер $\mu=1$ болса, онда

$$U_x = \frac{\mu_0}{e \cdot n} \cdot \frac{i \cdot H}{d}$$

Холл потенциалдар айырым U_x магнит өрісінің кернеулігі H пен i ток күшінің көбейтіндісіне тура пропорционал

Бұл өрнектегі $R_e = \frac{1}{en}$ шамасын Холл тұрақтысы деп атайды

$$U_x = R \frac{iB}{d}$$

$$R_e = \frac{U_x \cdot d}{i \cdot B}$$

Мұндағы U_x - Холл потенциалдар айырымы;
 d - Холл эффектісі өлшенетін жартылай өткізгіштің қалыңдығы, ені; i - жартылай өткізгіш арқылы өтетін ток күші; B - жартылай өткізгіште орналастырылған магнит өрісінің индукциясы

Алынған мәндер

$$J_1 = 1 \text{ мА}; U_1 = 0,5 \text{ мВ}; J_2 = 2 \text{ мА}; U_2 = 2,2 \text{ мВ}; J_3 = 3 \text{ мА}; U_3 = 4,2 \text{ мВ}$$

$$\frac{B}{J} = 3,96 \quad B = J \cdot 3,96$$

$$B_1 = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 3,96 = 3,96 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,96 = 7,92 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$B_3 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,96 = 11,8 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$R_e = \frac{U_x \cdot d}{J \cdot B}$$

$$R_1 = \frac{U_1 \cdot d}{J_1 \cdot B} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 3,96 \cdot 10^{-3}} = 0,037 \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}}$$

$$R_2 = \frac{U_2 \cdot d}{J_2 \cdot B} = \frac{2,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 7,92 \cdot 10^{-3}} = 0,041 \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}}$$

$$R_3 = \frac{U_3 \cdot d}{J_3 \cdot B} = \frac{4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3} \cdot 11,38 \cdot 10^{-3}} = 0,036 \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}}$$

$$R_{opt} = \frac{0,037 + 0,041 + 0,036}{3} = 0,038 \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}}$$

$$\Delta R_1 = |0,038 - 0,037| = 0,001 \frac{M^3}{Kл}$$

$$\Delta R_2 = |0,038 - 0,041| = 0,003 \frac{M^3}{Kл}$$

$$\Delta R_3 = |0,038 - 0,036| = 0,002 \frac{M^3}{Kл}$$

$$\Delta R = \frac{0,001 + 0,003 + 0,002}{3} = 0,002 \frac{M^3}{Kл}$$

$$\varepsilon = \frac{0,002}{0,038} \cdot 100\% = 5\%$$

$$n = \frac{1}{R_e \cdot e}$$

$$n = \frac{1}{R \cdot e} = \frac{1}{0,038 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 16,4 \cdot 10^{-19} M^{-3}$$

Қорытынды: Мен, Паткуллаева Жанерке тәжірибе барысында жартылай өткізгіштердегі Холл коэффициентін және заряд тасымалдаушылардың санын анықтадым.

Нәтижесінде $R=0,038 \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}}$ $n=16,4 \cdot 10^{-19} \text{м}^{-3}$

A close-up photograph of a yellow rose, showing the intricate layers of its petals. The rose is set against a solid red background, which creates a strong contrast. The lighting is soft, highlighting the texture of the petals.

Назарларыңызға рахмет!