



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУШАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті

Кафедра Электр энергетика

ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕР

Орындаған: Жумагулова Г.Г. ЭЭ-23 студенті

Тексерген: аға оқытушы Арыстанов М.Г.

ОРАЛ - 2019

ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕРДІҢ ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШ ТҮРЛЕРІ МЕН ӨДІСТЕРІ ЖӘНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН СЫРТҚЫ ФАКТОРЛАР

СҰРАҚТАР:

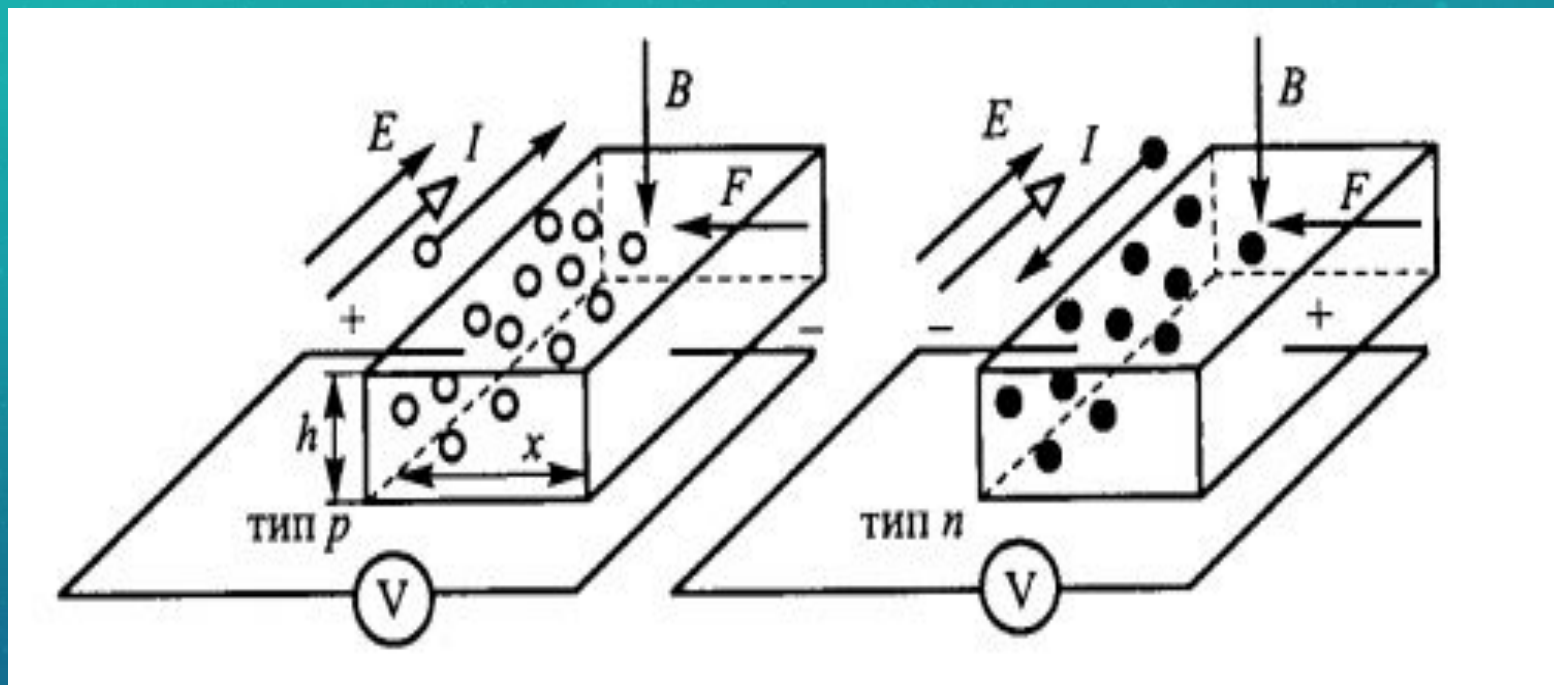
1. ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕРДІҢ ЭЛЕКТР ӨТІМДІЛІК ТИПТЕРІ МЕН ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ ӨДІСТЕРІ

2. ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕРДІҢ ЭЛЕКТР ӨТІМДІЛІГІНЕ СЫРТҚЫ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕР ЕТУІ

1. Жартылай өткізгіштің (n немесе p) электр өткізгіштігінің түрі Холл әсері арқылы тәжірибеден анықталуы мүмкін. 1879 жылы американдық физик-холл тәжірибе үшін қызықты және маңызды тәжірибені тапты - магнит өрісіне орналастырылған ток өткізгіште көлденең ЭҚК пайда болуы. Бұл құбылысты анықтаған ғалымның атымен магнит өрісінде пайда болған көлденең ЭҚК - Холл кернеуі немесе Холл кернеуі деп аталады. Холл эффектісінің физикалық мәні күрделі және келесі құбылыстың оңайлатылған көрінісі ғана.

Сыналатын жартылай өткізгішті электр өткізгіштігінің түрін анықтау әдісінің мәні заряд тасымалдаушылардың түріне байланысты Холлдың көлденең ЭҚК белгісінің өзгеруіне негізделеді. Сынақ схемасы 2.9-суретте бейнеленген.

Жартылай өткізгіштік пластинасы индукция B бар сыртқы көлденең магнит өрісіне орналастырылады. Потенциалдық айырмашылық жартылай өткізгіштің ұзындығы бойымен қолданылады, электр өрісінің күшін қалыптастырады. Осы өрістің әрекет етуі бойынша жартылай өткізгіште электр тогы пайда болады, яғни, электр зарядтарының қозғалысы бар. Магнит өрісі кейбір күштермен қозғалатын зарядтарға әсер етеді. Бұл күш қозғалыстағы заряд тасымалдаушылардың жартылай өтетін вафли бетінің біріне ауысады. Нәтижесінде, вольтметр арқылы өлшенетін көлденең эмф пайда болады. Зарядтың ауыстыру бағыты «сол қол» ережесімен анықталады, ол ток ағынын техникалық бағытына жатады. Ағынның оң бағыты оң зарядтардың қозғалысы бағытын білдіреді. Яғни, электронды дрейфтің бағытына қарама-қарсы бағытта 2.9-суретте көрсетілгендей, егер өткізгіштігінің түрі өзгерсе, кернеудің вольтметрдегі полярлығы да өзгереді.



2.9 сурет. Холл эффе́ктісін қолдану арқылы жартылай өткізгішті электр өткізгіштігінің түрін эксперименттік түрде анықтау.

- Бір түрдегі заряд тасымалдаушыларымен (n немесе p) жартылай өткізгіштер үшін теңдік (2.9) келесі форманы алады:

$$\gamma_n = en_0 u_n \quad \text{или} \quad \gamma_p = ep_0 u_p$$

Тасымалдаушы концентрациясы (n_0 және p_0) және олардың мобильділігі (U_n және U_p) жартылай өткізгіштің тән параметрлері болып табылады. Жартылай өткізгіштің өткізгіштігін өлшеу формуласы бойынша (2.14) осы екі параметрдің ғана өнімін анықтауға болады. Олардың әрқайсысын анықтау үшін, Лоренц күші әрекетінің негізінде жартылай өткізгіш беттердің біріне жылжымалы заряд тасымалдаушыларының қоныс аударуынан тұратын Холл әсерін пайдалануға болады. Жартылай өткізгіштегі көлденең бағытта заряд тасымалдаушылардың жылжуы Лоренц күші ауыстырылған зарядтардың көлденең электр өрісінің зарядталуымен әрекет ететін кулондық күшпен теңдестірілген кезде тоқтатылады. Бұл жағдайда зерттелетін жартылай өткізгіште келесі қатынастар орындалады (мысалы, n -түрі):

$$\begin{aligned} ev_{cp} B &= eE_x; \quad E_x x = U_x; \\ I &= n_0 S v_{cp} e = n_0 x h v_{cp} e. \end{aligned} \quad (2.15)$$

eEx – заряды бар, электр өрісі жағынан іске қосылатын күш ($e=1.6*10^{-19}$ Кл

B - магниттік өрістің сыртқы көзі арқылы қалыптасатын магниттік индукция, ағымдық жазықтықтың векторының бағытына перпендикуляр бағытта және өткізгіш.

I - жартылай өткізгіштен өтетін ток.

n_0 - концентрация носителей заряда

e - заряд электрона

v_{cp} - сыртқы электр өрісінің әсерінен заряд тасымалдаушылардың орташа жылдамдығы

h, x - жартылай өткізгіш биіктігі мен ені

$S=h+x$ - өткізгіш қимасы

U_x - Холл кернеуі

2.15 пайдалана отырып, скаляр түрінде Холл кернеуді білдіреміз:

$$U_x = E_x x = v_{cp} Bx = \frac{IBx}{en_0 S} = \frac{1}{en_0} \frac{IBx}{S} = X \frac{IB}{h}, \quad (2.16)$$

$$X = \frac{1}{en_0} \text{ — коэффициент Холла, имеющий в системе СИ размерность м}^3\text{/Кл.}$$

- Көлденең ЭҚК немесе көлденең кернеу U_x , ток I , магниттік индукция B және жолақты жартылай өткізгіш пластинаның қалыңдығын өлшеуге болады (2.16) Формула бойынша алынған Холл коэффициенті X қатынасы құнының есептеу үшін формуланы (2.16) қолдануға мүмкіндік береді. . Әртүрлі қоспалардың концентрациясы бар жартылай өткізгіштер үшін Холл коэффициентінің неғұрлым нақты мәні A коэффициенті (2.16) формула бойынша алынады. Әртүрлі топтардың жартылай өткізгіштері үшін A коэффициентінің сандық мәні әр түрлі температурада тасымалдаушылардың шашырау механизміне байланысты өзгереді (мысалы, германий $A = 1.18$).

- Жартылай өткізгіштің электр өткізгіштігінің түрі, сонымен бірге, 2.10-суретте көрсетілгендей, Зеебек құбылысын пайдаланып жартылай өткізгіштің бір жағын сынау кезінде анықтауға болады. П-типті жартылай өткізгішті ыстық нүктесінде сынағанда, суық соңына қарағанда сыртқы жылу энергиясының құнынан электрондардың көп саны босатылады. Нәтижесінде, жартылай өткізгіштің ыстық нүктесінде еркін заряд тасымалдаушылардың (электрондардың) шоғырлануы суыққа қарағанда үлкен болады және олардың ыстықтан суық соңына қарай еркін тасымалдаушылар концентрациясы төмендей бастайды. Электронды кетуіне байланысты ыстық нүкте оң зарядталады, ал суық соңы теріс. Жартылай өткізгіштің ұштары арасында потенциалдық айырмашылық пайда болады.

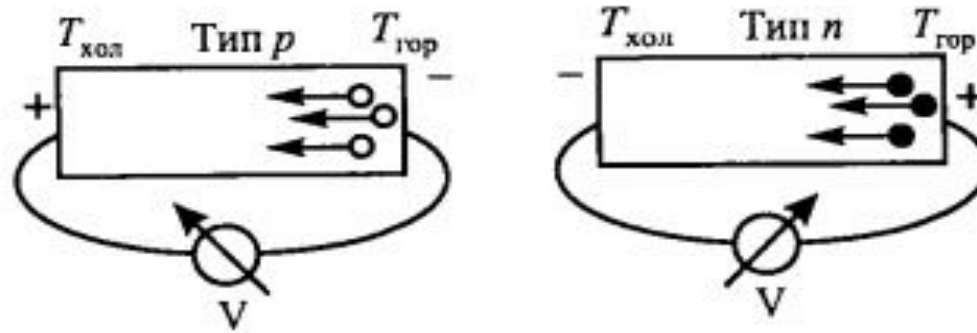


Рис. 2.10. Опытное определение типа электропроводности полупроводника при помощи нагрева одного из его концов

- Зеебек феноменінің кері әсері Томпсонның эффектісі деп аталады. Томпсон әсері - температура градиенті кезінде жылуды шығару немесе сіңіру. Жартылай өткізгіштегі температура градиентінің болуы термоЭҚҚ-тың пайда болуына әкеледі. Егер сыртқы электр өрісінің бағыты термоЭҚҚ дан құрылған электр өрісіне сәйкес келсе, онда жартылай өткізгіш ток ағымы арқылы салқындатылады. Егер сыртқы электр өрісінің бағыты керісінше өзгерсе, онда электр тогының өтуі кезінде электр өрісінің күші қосымша жұмыс жасайды, соның нәтижесінде Джоуль жылуына қатысты қосымша жылу пайда болады.
- Зеебек феноменінің кері әсері Томпсонның эффектісі деп аталады. Томпсон әсері - температура градиенті кезінде жылуды шығару немесе сіңіру. Жартылай өткізгіштегі температура градиентінің болуы термоЭҚҚ-тың пайда болуына әкеледі. Егер сыртқы электр өрісінің бағыты термоЭҚҚ дан құрылған электр өрісіне сәйкес келсе, онда жартылай өткізгіш ток ағымы арқылы салқындатылады. Егер сыртқы электр өрісінің бағыты керісінше өзгерсе, онда электр тогының өтуі кезінде электр өрісінің күші қосымша жұмыс жасайды, соның нәтижесінде Джоуль жылуына қатысты қосымша жылу пайда болады.

- 2. Жартылай өткізгіштердің электр өткізгіштігі (немесе электр өткізгіштігі) тегін заряд тасымалдаушылардың шоғырлануына және жылжымалы болуына байланысты. Өз кезегінде шоғырлану мен қозғалу температураға байланысты. Температураға байланысты мобильділік салыстырмалы түрде аз өзгереді және концентрациясы өте күшті. Сондықтан жартылай өткізгіштердің өткізгіштігінің температуралық тәуелділігі концентрацияның температуралық тәуелділігіне ұқсас. Бос заряд тасымалдаушылардың концентрациясы экспоненталық заңға сәйкес температурадан өзгереді. Демек, өз жартылай өткізгіштің электр өткізгіштігі мынадай түрде көрсетіледі:

$$\gamma_i = \gamma_0 \exp\left(-\frac{\Delta W}{2kT}\right),$$

γ_0 - меншікті электроөткізгіштік $T = \infty$ кезінде

Жартылай өткізгіш қоспасы үшін меншікті кедергі келесідей:

$$\gamma = \gamma_0 \exp\left(-\frac{\Delta W}{2kT}\right) + \gamma_a \exp\left(-\frac{\Delta W_a}{2kT}\right),$$

ΔW_a - қоспалардың иондалуы энергиясы

γ_a - қоспалардың меншікті өткізгіштігі $T = \infty$ кезінде

- Жартылай өткізгіштердің қасиеті температура әсерінен кедергісін едәуір өзгерту үшін жартылай өткізгіш резисторларда **термистор** қолданады.
- Олардың үлкен ТКС мәні және сызықты емес ток кернеу сипаттамасы бар.
Термистордың негізгі параметрлері:
 - термистордың номиналды кедергісі, яғни, + 20 ° С қоршаған орта температурасында оның кедергісін;
 - 1К температура өзгеруімен кедергінің салыстырмалы өзгерісін көрсететін температуралық кедергі коэффициенті (TK_r):

$$TK_R = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} \cdot 100 \%$$

Температура 0 ° С-ден ауа ортасына дейін 100 ° С температурасымен ауысқан кезде термистордың температурасы 63 ° С-қа артады.

- Қолданылатын жартылай өткізгіш материал түріне және сезімтал элементтің өлшеміне байланысты, термисторлардың номиналды қарсылығы бірнеше омнан бірнеше мегоОмға дейін болады. Термисторлар үшін қолданылатын материалдардың ішінде ең кеңінен қолданылатын күрделі жүйелер болып табылады, олардың бастапқы компоненттері Д.И. Менделеев: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn. Ескі типті жартылай өткізгіш термисторлар ММТ әріптерімен (мыс-марганец термисторлары) немесе КМТ (кобальт-марганец термисторлары) арқылы белгіленеді. Дифестен кейінгі нөмір термистордың конструктивті түрінің санын көрсетеді.



Таблица 2.3

Основные характеристики термисторов

Характеристики	Тип термистора						
	КМТ-1	ММТ-1	КМТ-4	ММТ-4	КМТ-12	ММТ-12	СТ1-17
Пределы номинального сопротивления при 20 °С, кОм	22—1000	1—220	22—1000	1—220	0,1—10	0,0047—1,0	0,3—22
Допуск, %, не более	20	20	20	20	30	30	20
Интервал рабочих температур, °С	-60— +180	-60— +125	-60— +125	-60— +125	-40— +120	-60— +120	-60— +100
Постоянная времени τ , с, не более	85	85	115	115	—	—	30
TK_R (ТКС), %/°С при 20 °С	4,2—8,4	2,4—5,0	4,2—8,4	2,4—5,0	$\geq 4,2$	2,4—4,0	4,2—7,0
Максимальная мощность рассеяния при $T_{ном}$, мВт, не более	1000	600	800	700	—	—	500
$T_{макс}$, Вт, не более	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,1