

YARIMO‘TKAZGICHLAR VA ULARNING ELEKTROFIZIK XUSUSIYATLARI

***Zaynolobidinova Sapura Malikovna**

****Rashidova Dildora Abduvaliyevna**

*FDU, f.-m.f.b.PhD

**FDU, 2-kurs magistrant

ANNOTATSIYA

Ushbu ishda yarimo‘tkazgichlarning elektr hossalari kristalldagi atomlarning o‘zaro bog‘lanishiga va elektronlarning atomlar yadrolari bilan bog‘lanishiga bog‘liq ekanligi hamda elektron – kovak juftligining hosil bo‘lish jarayoni keltirilgan.

***Kalit so‘zlar** : metall, yarimo‘tkazgich, dielektrik, elektron, kovak, energiya, atom, kristall, zaryad, harakat, kuchlanish, kremniy, valent zona, o‘tkazuvchanlik zonasi.*

АННОТАЦИЯ

В данной работе представлен тот факт, что электрические свойства полупроводников зависят от взаимосвязи атомов в кристалле и связи электронов с ядрами атомов, а также от процесса образования электронно-дырочной пары.

***Ключевые слова:** металл, полупроводник, диэлектрик, электрон, дырка, энергия, атом, кристалл, заряд, движение, напряжение, кремний, валентная зона, зона проводимости.*

KIRISH

Elektr o‘tkazuvchanligi qiymati metallar va dielektriklar orasida joylashgan moddalarga yarim o‘tkazgichlar deb ataladi. Yarim o‘tkazgichlarga qattiq jismlarning juda ko‘p qismi kiradi. Yarim o‘tkazgich moddalardan eng ko‘p tarqalgani germaniy va kremniy bo‘lib, ularning elektr hossalari deyarli bir hildir.

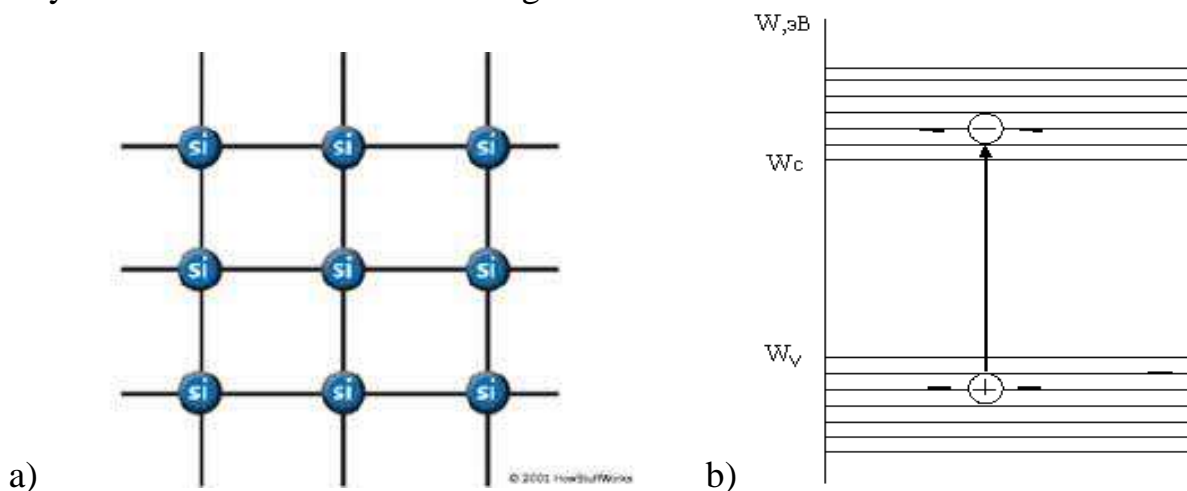
Yarimo‘tkazgichlarning elektr hossalari kristalldagi atomlarning o‘zaro bog‘lanishiga va elektronlarning atomlar yadrolari bilan bog‘lanishiga bog‘liq. Yarim o‘tkazgichlarda bu bog‘lanishlar juda kuchli va shuning uchun ularda erkin elektronlar juda kam. Ammo bu bog‘lanishlarning ba‘zilarini sun‘iy tarzda uzib yuborish mumkin.

Masalan, yarimo‘tkazgich [1-3] qizdirilganda uning elektronlariga qo‘shimcha energiya beriladi va ulardan ba‘zilar o‘z atomlarini tashlab ketib, erkin elektronlarga aylanadi. Bu elektronlar tashqi elektr maydoni bo‘lmaganda yarim o‘tkazgichda tartibsiz, har xil yo‘nalishda harakat qiladi. Elektronini yo‘qotgan va shuning uchun

musbat zaryadlanib qolgan atom yarim o'tkazgichda elektron kabi siljimaydi, balki kristallda o'zining biror o'rta holatida tebranib turadi. O'z bog'lanishlaridan bo'shab chiqqan elektronlar o'rnida, go'yo bo'sh joylar hosil bo'ladi deb hisoblash mumkin, buni kovaklar deb atash qabul qilingan. Tabiiyki, yarim o'tkazgichda elektronlar soni kovaklar soniga teng bo'ladi. Elektron biror kovak elektr maydonining ta'sir zonasiga kelib qolsa, kovak elektronni ushlab qoladi, natijada elektronning manfiy zaryadi kovakning musbat zaryadi bilan neytrallashadi va neytral atom tiklanadi. Kovak va elektronlarning bunday rekombinatsiyasi juda tez bo'lib turadi, lekin undan kam bo'lmagan holda yangi elektronlar va kovaklar hosil bo'lib turadiki, ularning o'rtacha soni ma'lum yarim o'tkazgich uchun normal sharoitlarda o'zgarmas kattalik bo'ladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Agar yarimo'tkazgichning kristaliga elektr kuchlanish berilsa, u holda elektronlarning tartibli harakati vujudga keladi, yani yarim o'tkazgich orqali elektr toki o'tadi. Uni yarim o'tkazgichning elektron va kovak o'tkazuvchanligi hosil qiladi va bu o'tkazuvchanlik xususiy o'tkazuvchanlik deb ataladi, chunki u yarim o'tkazgich materialiga bog'liq. Yarimo'tkazgichli elektronika maxsulotlarining deyarli 97 % kremniy asosida yasaladi. Agar yarimo'tkazgich kristalli tarkibida kiritma umuman bo'lmasa va kristall panjaraning tuzulmasida nuqsonlar (bo'sh tugunlar, panjara siljishi va boshqalar) mavjud bo'lmasa, bunday yarim o'tkazgich xususiy deb ataladi va *i* harfi bilan belgilanadi.



1.1 – rasm. Kiritmasiz kremniy panjarasining soddalashtirilgan modeli (a) va uning zona energetik diagrammasi (b) keltirilgan.

1.1 – rasmdan ko‘rinib turibdiki, kremniy xususiy kristallida uning atomining to‘rtta valent elektroni kremniyning qo‘shni atomining to‘rtta elektroni bilan bog‘lanib, mustahkam sakkiz elektronli qobiq (to‘g‘ri chiziq) hosil qiladi. 0 K temperaturada bunday yarim o‘tkazgichda erkin zaryad tashuvchilar mavjud bo‘lmaydi. Lekin temperatura ortishi bilan yoki yorug‘lik nuri tushirilganda kovalent bog‘lanishlarning bir qismi uziladi va valent elektronlar o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tish uchun yetarlicha energiya oladilar (1.1 b-rasm).

Natijada valent elektron erkin zaryad tashuvchiga aylanadi va kuchlanish ta‘sir ettirilsa, u tok hosil qilishda ishtirok etadi. Elektron yo‘qotilishi natijasida atom musbat ionga aylanadi.

Bir vaqtning o‘zida valent [4-20] zonada bo‘sh sath hosil bo‘ladi va valent elektronlar o‘z energiyalarini o‘zgartirishlariga, ya‘ni valent zonasining biror ruxsat etilgan sathidan boshqasiga o‘tishiga imkon yaratiladi. Shunday qilib, u tok hosil bo‘lish jarayonida qatnashishi mumkin. Temperatura ortgan sari ko‘proq valent elektronlar o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tadilar va elektr o‘tkazuvchanlik ortib boradi.

Valent zonadagi erkin energetik sath yoki erkin valent bog‘lanish kovakli deb ataladi va u elektron zaryadining absolyut qiymatiga teng bo‘lgan erkin musbat zaryad tashuvchi hisoblanadi. Kovakning harakatlanishi valent elektroni harakatiga qarama – qarshi bo‘ladi.

Shunday qilib, atomlar orasidagi kovalent bog‘lanishning uzilishi bir vaqtning o‘zida erkin elektron va elektron ajralib chiqqan atom yaqinida kovak hosil bo‘lishiga olib keladi. Elektron – kovak juftligining hosil bo‘lish jarayoniga zaryad tashuvchilar generatsiyasi deb ataladi. Agar bu jarayon issiqlik ta‘sirida amalga ohsa, u issiqlik generatsiyasi deb ataladi. O‘tkazuvchanlik zonasida elektronning hosil bo‘lishi va valent zonasida kovakning yuzaga kelishi 1.1b-rasmda mos ishoralar yordamida aylanalar ko‘rinishida tasvirlangan. Strelka yordamida elektronning valent zonasidan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tishi ko‘rsatilgan.

Generatsiya natijasida yuzaga kelgan elektronlar va kovaklar yarim o‘tkazich kristallida yashash vaqti deb ataladigan biror vaqt mobaynida tartibsiz harakatlanadilar, so‘ngra erkin elektron to‘liq bo‘lmagan bog‘lanishni to‘ldiradi va bog‘lanish hosil bo‘ladi. Bu jarayon rekombinatsiya deb ataladi.

O‘zgarmas temperaturada (boshqa tashqi ta‘sirilar mavjud bo‘lmaganda) kristall muvozanat holatda bo‘ladi. Ya‘ni, generatsiyalangan zaryad tashuvchilar juftligi soni rekombinatsiyalangan juftliklar soniga teng bo‘ladi. Birlik hajmdagi zaryad tashuvchilar soni, ya‘ni ularning konsentratsiyasi, solishtirma elektr o‘tkazuvchanlik qiymatini beradi. Xususiy yarim o‘tkazgichlarda elektronlar konsentratsiyasi

kovaklar konsentratsiyasiga teng bo‘ladi ($n_i = p_i$). n (negative so‘zidan) va p (positive so‘zidan) harflari mos ravishda elektron va kovakka mos keladi. Kiritmasiz yarim o‘tkazgichda hosil bo‘lgan elektron va kovaklar xususiy erkin zaryad tashuvchilar.

Yarim o‘tkazgichda sun‘iy ravishda shunday sharoit yaratish mumkinki, bunda elektronlar soni kovaklar soniga teng bo‘lmaydi, demak, zaryadlarning ko‘chishi – elektr o‘tkuzuvchanlik – ko‘proq bitta ishorali zaryadlarning: yo elektronlar yoki kovaklarning harakati tufayli vujudga keladi. Amalda bunga toza yarim o‘tkazgichga juda oz miqdorda tegishli kirishma kiritish bilan erishiladi.

Masalan, agar germaniy kristaliga Mendeleev jadvalining beshinchi gruppaga ximiyaviy elementlaridan arseniy (As) atomlari kiritildi deylik, u holda, arseniy atomi elektronlaridan bittasi atom yadrosi bilan kuchsiz bog‘langan bo‘ladi, ya‘ni uni erkin elektron deb hisoblash mumkin. Shunga o‘xshash operatsiya natijasida germaniy kristalida, u elektr jihatidan neytral bo‘lib qolsa ham, elektronlar kovaklarga nisbatan ancha ko‘p bo‘lib qoladi, yarimo‘tkazgichning o‘tkuzuvchanligi esa bu holda asosiy tok tashuvchi bo‘lib hisoblangan erkin elektronlar hisobiga keskin oshadi. Bu kirishma donor kirishmasi (donor lotincha so‘z bo‘lib, beruvchi ma‘nosini bildiradi, bu holda elektronlar beruvchi) deb ataladi. Bunday kirishmali yarimo‘tkazgichni n tur (inglischa *negative* so‘zidan – manfiy degani) yarimo‘tkazgich deb atash qabul qilingan. Germaniy, kremniy uchun kirishmalar sifatida, odatda arseniy, fosfor, surma va boshqalardan foydalanish mumkin.

REFERENCES

1. Zaynobbiddinov S.Z., Teshabaev A. Ermatov Sh. Qattiq jism fizikasi. Tashkent: Moliya, 2001. 324 b.
2. Атакулов, Ш. Б., Зайнолобидинова, С. М., Отажонов, С. М., & Тухтаматов, О. А. (2010). Особенности рассеяния носителей тока межкристаллитными потенциальными барьерами, образованными электронами поверхностными состояниями в поликристаллических полупроводниках. *Физическая инженерия поверхности*.
3. Атакулов Ш., Отажонов С., Набиев Г., С.Зайнолобидинова. К теории аномальных фотоэлектрического и фотомагнитного эффектов в полупроводниковых пленках. // Узбекский физический журнал, 2011, №4-(13).- С.255-260.
4. Атакулов Ш., Отажонов С., Тўхтаматов О., Зайнолобидинова С. Прозрачность потенциалного барьера на границах зерен в поликристаллах полупроводников. // Узбекский физический журнал, 2011, №5-(13).-С.334-339.

5. Атакулов Ш.Б., С.Зайнолобидинова, Юлдашев А.А. Влияние рассеяния потенциальными барьерами границ кристаллитов на формирование кинетических коэффициентов в поликристаллах полупроводников. Невырожденная статистика. // Узбекский физический журнал, 2012, №4-(14).- С.227-233.
6. Sh.B. Atakulov, S.M. Zainolobidinova, G.A. Nabiev, O.A. Tukhtamatov. Effect of the structural features of polycrystalline semiconductor films on the formation of anomalous photovoltage: I. Phenomenon mechanism // Semiconductors, 2012, Vol. 46, No. 6. - PP.708-713.
7. Sh.B. Atakulov, S.M. Zainolobidinova, G.A. Nabiev, O.A. Tukhtamatov. Effect of the structural features of polycrystalline semiconductor films on the formation of anomalous photovoltage: II. Comparison with experiment // Semiconductors, 2012, Vol. 46. No. 6. - PP.714-718.
8. Sh.B. Atakulov, S.M. Zaynolobidinova, G.A. Nabiev, M.B. Nabiyeu, A.A. Yuldashev. Theory of Transport Phenomena in Polycrystalline Lead Chalcogenide films. Mobility. No degenerate Statistics /// Semiconductors. 2013, Vol. 47. No. 7. - PP.879-883.
9. Н.Алимов, С.Отажонов, С.Зайнолобидинова, М.Халилов, Д.Юсупова, Ш.Якубова. Изменение потенциальных барьеров низкоразмерных тонких пленок р-CdTe в условиях воздействий. // Журнал физики и инженерии поверхности, Vol 1, №1, 2016.
10. С.Зайнолобидинова. Идентификация вклада границ зерен в токоперенос в поликристаллических пленках полупроводников. // Международный научно-практический журнал “Интеграция наук”, Выпуск №2 (6) – 2017, С. 16, Москва.
11. Атакулов Ш.Б., Онаркулов К.Э, С.Зайнолобидинова, Эсонов А.Р. About possibility of study of optical density of transparent covers of polycrystalline solar cells by means of investigation of anomalous photo voltage.// Материалы IV Международной конференции по актуальным проблемам молекулярной спектроскопии конденсированных сред. Самарканд, 29-31 мая 2013г, С.139.
12. С.Зайнолобидинова. К теории керамических термисторов с положительным температурным коэффициентом сопротивления. //Материалы международной конференции, посвященной 70-летию физико-технического института.Ташкент.14-15 ноября 2013 г, С.152.
13. Атакулов Ш.Б., С.Зайнолобидинова, Дилшодов А.Д., Кодиров А.Р., Хомидова С.Р. Особенности эффекта Нернста-Эттингаузена при рассеянии фермиевского газа электронов на двумерных плоских дефектах в халькогенидах

свинца. //VI International Conference on Physical Electronics.Uzbekistan Academy of Sciences Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies. Tashkent.23-25 October 2013, С.178.

14. М.Набиев, С.Зайнолобидинова, Д.Юсупова. Вычисление прозрачности потенциального барьера на пленках PbTe. //“Elm va tahsil masalalari” Азербайджан давлат педагогика университети. Баку. 2016.

15. С.Зайнолобидинова, Б.Абдуллаев. Особенности строения поликристаллов и керамик.//Нукус давлат педагогика институти. 2016йил “Соғлом она ва бола йили” га бағишланган “Фан ва таълим-тарбия-жамиятнинг интеллектуал кўзгуси мавзудаги республика илмий-назарий ва амалий анжуман, 2016й, С.113-114.

16. Р.Мўминов, С.Зайнолобидинова. Механизм взаимодействия носителей заряда на границах зерен в поликристаллах *PbTe*.// “Муқобил энергия турлари ва улардан фойдаланиш истиқболлари” Республика илмий-техникавий анжуман материаллари. Фарғона, 2017 йил 12-май.С.51

17. С.Зайнолобидинова. Структурные особенности полупроводниковых поликристаллов и керамик и электронное строение межзеренных границ. //Сборник материалов 10-ой международной научно-практической конференции. “Успехи наук”. Москва 1 июня, 2017 г.С.10.

18. С.Зайнолобидинова, М.Хамракулова. Модель и особенности расчета высоты барьера на границе зерен. //Сборник материалов 10-ой международной научно-практической конференции. “Успехи наук”. Москва 1 июня, 2017 г.С.12.

19. К.Онаркулов, С.Зайнолобидинова. Влияние границ на теплопроводность поликристаллов изотропных и анизотропных полупроводников. //Республика илмий-амалий анжуман материаллари. ҚарДУ, 2019 йил.24-25 май,С.97.

20. К.Онаркулов, С.Зайнолобидинова. Влияние рассеяния потенциальными барьерами границ кристаллитов на формирование кинетических коэффициентов в поликристаллах полупроводников. //Республика илмий-амалий анжуман материаллари. ҚарДУ, 2019 йил.24-25 май, С.98.