

UDK.621.315.592

QUYOSH ELEMENTLARIDA ELECTRON-KOVAK O‘TISHINING PAYDO BO‘LISHI

I.I.Anarboyev, O.B.Xamraboyev, S. H. Abdusattorov

Andijon davlat texnika instituti

Annotatsiya: Hozirgi vaqtda quyosh energiyasi yordamida ishlaydigan yarimo‘tkazgichli asosi kremniyli bolgan birikmalar asosida ishlaydigan yarim o‘tkazgichli asboblarga qo‘yiladigan talablar ortib bormoqda. Har bir quyosh elementlarining elektrofizik va fotoelektrik xususyatlarini o‘rganish va ular asosidada yangi asboblarni yaratish asosiy masalalarning biri hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: yarimo‘tkazgich, quyosh elementlari, *p-n* o‘tish, kirishmalar.

Kirish

Bugungi kunga kelib yarimo‘tkazgich elementlarida elektron-kovak (*p-n*) o‘tishining hosil bo‘lish mexanizmi, uning fizik mohiyati, elektr xossalari hamda zamonaviy elektron qurilmalardagi ahamiyati keng yoritilgan. Yarimo‘tkazgich texnologiyalarining asosini tashkil etuvchi *p-n* o‘tish hodisasi elektr zaryad tashuvchilar — elektronlar va kovaklarning o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga keladi. Mazkur jarayonni chuqur o‘rganish mikroelektronika va energetika sohalarida muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib bormoqda.

Asosiy qism

Yarimo‘tkazgichlar o‘zining o‘ziga xos energetik zonalar tuzilishi bilan ajralib turadi. Ularning valent zonasi va o‘tkazuvchanlik zonasi orasida taqiqlangan zona mavjud bo‘lib, bu zona kengligi materialning elektr xossalarini belgilaydi. Toza yarimo‘tkazgichlarda elektr o‘tkazuvchanlik past bo‘lsa-da, kirishmalar (legirlash) kiritish orqali ularning xossalarini sezilarli darajada o‘zgartirish mumkin. Shu asosda *p*-tip va *n*-tip yarimo‘tkazgichlar hosil qilinadi.

n-tip yarimo‘tkazgichlarda asosiy zaryad tashuvchilar elektronlar bo‘lib, ular donor kirishmalar orqali hosil qilinadi. p-tip yarimo‘tkazgichlarda esa kovaklar asosiy rol o‘ynaydi va ular akseptor kirishmalar natijasida paydo bo‘ladi. Ushbu ikki turdagi yarimo‘tkazgichlar bir-biriga tutashtirilganda, elektron-kovak o‘tishi, ya’ni p-n o‘tish hosil bo‘ladi[1].

p-n o‘tish hosil bo‘lish jarayonida dastlab elektronlar n-sohadan p-sohaga, kovaklar esa p-sohadan n-sohaga diffuziya qiladi. Bu jarayon natijasida chegaraviy hududda zaryadlar qayta taqsimlanadi va “bo‘shlangan zona” yoki “deplision qatlam” hosil bo‘ladi[2]. Ushbu qatlamda erkin zaryad tashuvchilar deyarli mavjud bo‘lmaydi, lekin u elektr maydon bilan tavsiflanadi.

Hosil bo‘lgan ichki elektr maydon elektron va kovaklarning keyingi harakatiga qarshilik ko‘rsatadi. Natijada muvozanat holati yuzaga keladi. Bu holatda diffuziya va drift toklar o‘zaro tenglashadi. p-n o‘tishning asosiy xususiyati shundaki, u bir yo‘nalishda tokni yaxshi o‘tkazadi (to‘g‘ri ulanma), boshqa yo‘nalishda esa deyarli o‘tkazmaydi (teskari ulanma). Shu sababli p-n o‘tish yarimo‘tkazgich diodlarning asosini tashkil etadi[1-2].

Natijalar

To‘g‘ri ulanma holatida tashqi elektr maydon ichki potensial to‘siqni kamaytiradi va zaryad tashuvchilar erkin o‘ta boshlaydi. Natijada tok keskin ortadi. Teskari ulanma holatida esa tashqi maydon ichki maydonni kuchaytiradi, bu esa tokni keskin kamaytiradi. Faqat juda kichik “teskari tok” mavjud bo‘ladi, u asosan noasosiy zaryad tashuvchilar hisobiga yuzaga keladi[3].

Elektron-kovak o‘tishning yana bir muhim xususiyati uning volt-amper xarakteristikasidir. Bu xarakteristika nolinear bo‘lib, yarimo‘tkazgich qurilmalarning asosiy ishlash prinsipini belgilaydi. Shu xususiyat tufayli p-n o‘tish turli xil elektron elementlar, jumladan, diodlar, tranzistorlar, tiristorlar va integral sxemalarda keng qo‘llaniladi[3-4].

Yarimo‘tkazgichlarda p-n o‘tishning hosil bo‘lishi nafaqat elektr xossalar bilan, balki optik va termoelektrik hodisalar bilan ham bog‘liq. Masalan, yorug‘lik ta’sirida elektron-kovak juftlari hosil bo‘ladi, bu esa fotoelementlar va quyosh batareyalarining ishlashiga

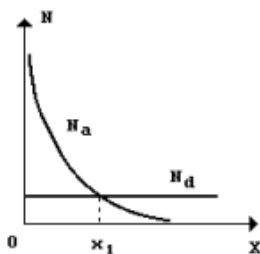
asos bo‘ladi. Shuningdek, harorat o‘zgarishi ham zaryad tashuvchilar konsentratsiyasiga ta’sir qiladi va bu termoelektrik effektlarni yuzaga keltiradi.

Zamonaviy texnologiyalarda p-n o‘tishlarni yaratishning turli usullari mavjud. Ular orasida diffuziya, epitaksiya, ion implantatsiyasi kabi usullar keng qo‘llaniladi. Ushbu texnologiyalar yordamida yuqori aniqlikdagi va murakkab strukturalarga ega yarimo‘tkazgich qurilmalar ishlab chiqariladi[4].

Shuni ta’kidlash joizki, p-n o‘tishning sifat ko‘rsatkichlari materialning tozaligi, kirishmalar konsentratsiyasi va texnologik jarayonlarga bog‘liq. Zamonaviy nanoelektronika sohasida ushbu parametrlarni boshqarish alohida ahamiyat kasb etadi[4-5].

Quyosh elementlari quyosh energiyasi orqali ish bajaradigan va yorug‘lik nurini elektr energiyaga aylantirib beruvchi yarimo‘tkazgichli materiallardan tashkil topgan[5]. Quyosh nuri asosida ishlaydigan yarimo‘tkazgichli asboblarning kelib chiqishi, eng arzon, foydalanish imkoniyati katta diodlik strukturalarni keltirib chiqardi. Quyosh elementlari yarimo‘tkazgichli elementdan, atomlari yarimo‘tkazgichli birikmalardan yoki ko‘p elementlardan tuzilgan geterostrukturalardanda iborat bo‘lishi mumkin[2-3].

Yarimo‘tkazgichlr p va n tipli bo‘lib, ularnda $p-n$ o‘tish paydo bo‘lishini fizik xususiyatlarini quyidagicha ko‘rishimiz mumkin. Elektronlik tipdagi yarimo‘tkazgichli kristal berilgan bo‘lsa, bu kristalda N_d konsentratsiyaga ega bo‘lgan donorli kirishma hajm bo‘yicha bir xil taqsimlangan bo‘ladi. Kristalning bir tipi orqali N_a konsentratsiyaga ega bo‘lgan akseptor kirishmalari kiritilgan bo‘lsin va $N_a \gg N_d$ bo‘lsa



1-rasm. $p - n$ o‘tishning paydo bo‘lishi.

Shunday diffuziyadan keyin yarimo'tkazgich hajmi ikki har turli tipga ega bo'lgan sohalar paydo bo'ladi. $0 < X < X_{\Theta}$ sohada kovakchalarning konsentratsiyasi $p=N_a -N_d$, lekin elektronlarning konsentratsiyasi $N_d-N_a \gg N_d$ bo'lganlikdan, asosiy tok tashuvchilar kovaklar bo'ladi. $X > X_I$ sohada kovakchalarning konsentratsiyasi kichik, $N_a \ll N_d$, lekin elektronlarning konsentratsiyasi $n = N_d$. Demak, bu yerda asosiy tok tashuvchilar elektronlar bo'ladi[2-3]. Boshqacha aytganda $X=X_I$ tekislikning atrofida p va n sohalardan tuzilgan o'tish paydo bo'ladi, ya'ni $p-n$ o'tish yuz beradi. $X=X_I$ tekislikning ikki tarafidada elektronlar va kovakchalar konsentratsiyasi bir biridan bir muncha darajada farq qiladi. O'tish paydo bo'lganda elektronlar katta konsentratsiyaga ega bo'lgan sohadan kichik konsentratsiyaga ega bo'lgan sohaga diffuziy orqali o'tadi. Shu bilan birga, chegaradagi n -sohada erkin elektronlar soni ionizatsiyalangan donorlar sonidan kichik bo'ladi. Bu elektr neytralilik sharti buzadi va kompensatsiyalanmagan musbat zaryadning paydo bo'lishiga olib keladi. O'z navbatida, p -sohadagi kovakchalar $X=X_I$ tekislikdan n -sohaga diffuziyalanadi. Bu p -sohada ionizatsiyalangan akseptorlarning kompensatsiyalanmagan manfiy zaryadning paydo bo'lishiga olib keladi. Shunday qilib, p va n sohalar chegarasida ionizatsiyalangan kirishmalar bilan shartlangan qo'sh elektr qatlam paydo bo'ladi[4-6].

Bu qatlam bilan paydo bo'lgan elektr maydon qo'zg'almali tok tashuvchilarning diffuziyasiga qarshilik qiladi. Tok tashuvchilarning diffuziya jarayoni to'xtaganidan so'ng, $p-n$ o'tish termodinamik muvozanatli holiga keladi. Termodinamik muvozanatli holatda hohlagan sistemaning Fermi sathi doimiy qiymat bo'ladi. Bu shuni ko'rsatadiki, agar o'tish muvozanatli holatda bo'lsa, musbatda p va n sohalardagi Fermi sathlar bir xil balandlikda bo'ladi. Yarimo'tkazgichlarda xosil bo'ladigan $p-n$ o'tishlardagi potensial to'siqning balandligi yarimo'tkazgichlarningning o'tkazgichlik tipiga va erkin tok tashuvchilarning konsentratsiyalari bilan aniqlanadi[7-8].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. PATENT FAPN $\text{\textcircled{2}}$ 20190154. 02.08.2019. Granullashgan yarimo'tkazgichli termoelektrik material tayorlash usuli Olimov.L.O, Anarboyev I.I, Mamirov.A, Omonboyev F.L., Omonboyeva M.L.
2. Зайнабидинов С.З., Абдурахманов Б.М., Алиев Р., Олимов Л.О., Мухтаров Э.

Получение поликристаллических пластин из кремниевого порошка. Гелиотехника, №3, С.79-82, 2005.

3. А.Тешабоев, С.Зайнобидинов, С.Власов, И.Каримов, В.Абдуазимов. Яримўтказгичлар сирти физикаси. «ИЛМ ЗИЁ»-2010

4. L.O. Olimov, B.M. Abdurakhmanov., A.Teshaboev. The effect of alkali metal atoms on the transfer of charge carriers in the region of grain boundaries of polycrystalline silicon. (In Russ.) //Journal of Materials Science. №1. Pp.14-17 (2014)

5. L.O., Olimov, Z.M., Sokhibova, B.M. Abdurakhmanov. Structure of Inter Grain Boundaries in the Granular Semiconductors and the Charge State. //International Journal of Research Studies in Electrical and Electronics Engineering, V5, Issue 4, PP 6-10 (2019) (In India)

6. L.O. Olimov L.O., Z.V. Sokhibova, I.L. Anarboev. Electronic properties of granular silicon oxide. //International Journal of Advanced Research in Physical Science. V6, Issue 8, PP 19-22. (2019) (In USA)

7. L.O. Olimov, Z.M. Sokhibova, B.M. Abdurakhmanov. Some features of charge carrier transfer in granular semiconductors. I. Structure and mechanism of the phenomenon. //International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences Vol. 7, No. 9, PP.1-9. (2018) (In India)

8. L.O. Olimov, Z.M. Sokhibova. Some features of charge carrier transfer in granular semiconductors. II. Experiment. //International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences. Vol. 7, No. 9, PP.10-17. (2018)