

QO'RG'OSHIN XALKOGENIDNING HAJMIY KRISTALLARINI FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

Tashlanova Dilnoza Murodilovna

FarDu, Fizika – texnika fakulteti, o'qituvchisi

Yarimo'tkazgich kristallarning sirtidagi adsorbsiya ularning elektronaviy xususiyatlariga kuchli ta'sir o'tkazadi, ayniqsa, kristallning biror o'lchovi ancha kichik bo'lsa. Adsorbsion hodisalarga bog'liq sirdagi elektronaviy jarayonlar tashqi sharoitlarni o'zgarishiga (bosim, harorat, gazaviy fazani tarkibi) juda sezgir. Zamonaviy sirt fizikasi adsorbsion hodisalarni molekulyar darajada ko'rib chiqishni talab qiladi, chunki adsorbsiya vaqtida sirtida o'tuvchi jarayonlar bevosita elektronaviy ta'sirlarni belgilaydi.

Sirdagi molekulyar jarayonlar adsorbsiya hodisalarida, kristallar o'sishida, ishqalanishida, ovlanishida va boshqa bir qator amaliy ahamiyatga ega sirtiy hodisalarda muhim rol o'ynaydi.

Kislorod molekullari PbTe yupqa pardalari sirtiga adsorbsiyalanishining kinetikasiga xos fizikaviy kattaliklarni o'rnatilishi, yarimo'tkazgich moddalar va asboblarni tadqiq etish, ularning imkoniyatlarini kengaytirish hamda yangi xossalarni kashf qilish masalalari, sifatli moddalar olish texnologiyasi hozirgi zamon elektronika sanoatida katta va muhim o'rin tutmoqda. Integral mikrosxemalar va diskret yarimo'tkazgichli asboblarni ishlab chiqarishda epitaksial jarayonlar eng oldingi o'rinni egallaydi. Atom orbitalarini chiziqli kombinatsiyalari molekulyar orbitallar usulini kislorod (O_2) molekulasi tuzilishini aniqlashga qaratilgan natijalar muzokara qilinib, ionaviy kristallar bilan O_2 molekulasi o'zaro ta'sirga o'tishda yumshatuvchi molekulyar orbitallarda turuvchi ikki elektron hisobiga sirt bilan bog'lanishlar vujudga kelgan.

Olingan tajriba natijalarining tahliliga ko'ra namunalarni elektrofizik xossalari qarang 3 guruhga ajratish mumkin:

1. Kremniy miqdori juda oz (0,08 at. %) bo'lgan namunalar, teshiklar konsentratsiyasi $1 \cdot 10^{20} / \text{sm}$ ga yaqin.
2. 0,1-0,7 at. % va $(8 \div 16) \cdot 10^{18} / \text{sm}^3$ bo'lgan namunalar.
3. Kremniy miqdori yuqori 0,7 at. % va konsentratsiyasi $3 \cdot 10^{19} / \text{sm}^3$ bo'lgan namunalar.

Namunalarning elektrofizik xossalari legirangan, teshiklarni bir xil Xoll konsentratsiyasidagi namunalar bilan solishtirish shuni ko'rsatdiki, I va III guruh namunalari kinetik koeffitsientlarning haroratga va konsentratsiyaga bog'liqlik miqdoriy qiymatlari bir biriga yaqinligini ko'rsatdi. Bundan tashqari, teshiklar konsentratsiyasi $1 \cdot 10^{20} / \text{sm}^3$ va kremniyning minimal miqdorida kichik haroratsi $T_s = 1 \text{K}$ bo'lgan o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tish kuzatiladi. SHu

bilan birga namunalarda past haroratlarda Xoll harakatchanligining pasayishi kuzatiladi. 77K haroratda harakatchanligi pasaytirilgan kremniy aralashmasidagi teshiklarning sochilish kesimini baholash natijasida u $(2:6) \cdot 10^{-16} \text{sm}^2$ tartibida ekanini berdi.

I-gurux namunalari uchun olingan ma'lumotlar katta qiziqish uyg'otadi. Bular uchun $1 \cdot 10^{19} \text{sm}^{-3}$ sathdagi teshiklar konsentratsiyasining stabillashuvi va kinetik koeffitsientlarni namunalarda bilan solishtirilganda sezilarli tafovut xarakterlidir. Namunalarda I va III guruh namunalari nisbatan harakatchanlikning qo'shimcha pasayishi past haroratlarda Zeebek koeffitsientining miqdori ham kamayadi, Xoll koeffitsientining haroratga bog'liqligiga ham kuchli ta'sir ko'rsatadi. Aniqlangan bu xususiyatlar elektron holatlar spektrining ruxsat etilgan fonida joylashgan rezonans sathli $A^{IV} B^{IV}$ kristallari uchun harakterlidir. Shuning uchun mualliflari ularni kvazilokal sathlarning mavjudligi, valent zonani yuqori sohasidan 0,1 eV pastda joylashgan va teshiklarning rezonans sochilishi bu sathga mos kelishi bilan bog'liqligini tahkidlaydilar.

Hozirgi paytda qaralayotgan rezonans holatlarning tabiatiga nisbatan asosli xulosalar berish qiyin. Bir tomondan $A^{IV} B^{VI}$ yarimo'tkazgichlarda kristall panjara nuqsonlari va aralashmali holatlarning o'zining nazariy yechimida uzoqdaligi muammo bo'lsa, boshqa tomondan esa, eksperimental ma'lumotlar bu savolni yechimini topish uchun yetarli emasligidir. Biroq, ko'rilayotgan rezonans satharni kremniy aralashmasi bilan bog'lamaslik kerak. II guruh namunalari uning tarkibini sezilarli qismini tashkil etib, talliy konsentratsiyasidan 10 marta va undan ortiq marta kam, hamda teshiklar konsentratsiyasini $1 \cdot 10^{19} \text{sm}^3$ sathda stabillashtirish va chuqur akseptorlarni kompensatsiyalash uchun yetarli bo'lmaydi. Yuqorida ta'kidlangan sath talliy aralashmasi bilan bog'liqligini istisno qilmaslik kerak [5,8,9]. Biroq o'rganilayotgan holat donor tipidagi xususiy nuqsonlar bilan genetik bog'langanligi katta ehtimollikka egaligi, qo'rg'oshin xalkogenid o'rniga talliy aralashmalarining o'z-o'zini kompensatsiyalash hodisasi hisobiga konsentratsiya sezilarli darajada ortadi.

Qo'rg'oshin xalkogenid uchun zaryad tashuvchilarning harakatchanligi past haroratda zaryad tashuvchilarning harakatchanligi zaif o'zgaradi, o'rta va yuqori haroratlarda esa, harorat ortishi bilan harakatchanlik darajali qonuniyat bo'yicha kamayib boradi. Kichik konsentratsiyalarda darajali qonuniyat bajariladigan harorat sohasi taxminan 100 K dan boshlanib, konsentratsiya ortishi bilan yuqori haroratlar sohasiga siljiydi. Elektronlar gazi statistika qonunlariga bo'ysunadigan hollarda bu bog'lanish ancha kuchsiz bo'lib qoladi. $T=300\text{K}$ da $n=6 \cdot 10^{19} / \text{sm}^3$. O'rta va yuqori haroratlar sohasida harakatchanlik uzun to'lqinli akustik fanonlarda elektronlarning sochilishi bilan aniqlanadi. O'tkazilgan eksperiment (tajriba) natijalari

bilan nazariyani miqdoriy mos kelishi uchun zaryad tashuvchilarning effektiv massalarining haroratga bog'liqligini hisobga olish muhim ahamiyatga ega. Statistik qonuniyatlarga asoslanib $T^{-2,5}$ ekanligini aniqlash mumkin. Yetarlicha yuqori konsentratsiyalarda, kuchli bog'liqlik holatlarida T^{-1-2} bo'ladi, ya'ni zaryad tashuvchilarning effektiv massasining haroratga bog'liqligi susayishi kuzatiladi. $T=50K$ da harakatchanlik haroratga aytarli bog'liq bo'lmay qoladi. Bu holat harakatchanlik berilgan haroratlada, asosan ionlashgan aralashmalarning sochilishi bilan aniqlanadi.

$n=10^{18}\text{sm}^{-3}$ konsentratsiyada, aralashma ionlarining ekranlashgan kulon potensialida xuddi nuqtaviy nuqsonlar kabi sochiladi. Qo'rg'oshin xalkogenidning bunday modeli real ko'rinishga ega bo'lib, erkin zaryad tashuvchilarning ekranlashishida aralashmaning uzoqdan tag'sir qiluvchi kulon potensialining effektiv "kesish" ga olib keladi va sochilishi ichki qismida sodir bo'ladi. Hona haroratida, hattoki 10^{20}sm^{-3} konsentratsiyada ham aralashma ionlarining sochilishi samarali emas.

Qo'rg'oshin xalkogenidning sochilish mexanizmi haqida Nernest-Ettingauzenning ko'ndalang effektini o'lchash natijasida optik fononlarda sochilish harakatchanlikka katta hissa qo'shishini topdilar. Ishdagi nazariy tahlil zonalarning parabolik emasligi va erkin zaryad tashuvchilarning ekranlashishini hisobga olish optik fononlarda sochilishga yetarlicha hissa qo'shadi. Bundan tashqari $n=5\cdot 10^{18}\text{sm}^{-3}$ konsentratsiyada optik fononlarda sochilish hal qiluvchi mexanizmga aylanadi. Hisoblashlarni ko'rsatishicha, kichik konsentratsiya va past haroratlarda sochilishning elektron mexanizmi o'rinli ekanligi aytiladi. Zonalarning parabolik emasligini xisobga olish natijasida ekvivalent ekstremumlar orasidagi zaryad tashuvchilarning o'tishida qisqa to'lqinli fononlarda ham sochilish mumkin bo'la boshlaydi. Sochilishning bunday elastik bo'lmagan mexanizmiga bir qator eksperimental ishlar bag'ishlangan. Elektron o'tkazuvchanlikni o'lchash natijasida, uning qiymati n -tip yarim o'tkazgichlar uchun $n=3-5\cdot 10^{18}\text{sm}^{-3}$ da 0,6-0,7 ekanini, $n=10^{19}\text{sm}^{-3}$ da esa 1 ekanini topdilar.

Kinetik koeffitsient o'lchashlardan $T=77\text{ K}$ da konsentratsiyaning keng oralig'ida ($2\cdot 10^{18}\div 10^{20}\text{sm}^{-3}$) elastik bo'lmagan sochilishning mavjudligi tasdiqlangan. Sochilishning elastik bo'lmagan asosiy mexanizmi zaryad tashuvchilar orasidagi to'qnashish jarayoni ekanini ko'rsatib berdilar.

Katta hajmdagi eksperimental natijalari va qilingan xisoblash ishlari qo'rg'oshin xalkogenidning sochilish mexanizmini aniqlash bo'yicha xulosa qilish uchun imkon beradi. Haroratning keng oraliqlarida konsentratsiyali namunalarda har bir sochilishning mexanizmi va savollarga amalda yechim topildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

12. Onarkulov, K., Gaynazarova, K., & Tashlanova, D. (2022). Termoelektrik samaradorlikni qotishmalardagi elektronlar va teshiklarning harakatchanligiga bog'lanishi. *Science and innovation*, 1(A4), 56-59.

13. Зокиров Адхам Илхомжон Угли, & Ташланова Дилноза Муродиловна (2022). О природе микрофотоэлементов. *Ta'lim fidoyilari*, 5 (9), 269-272.
14. Онаркулов, К. Э., Гайназарова, К. И., & Ташланова, Д. М. Особенности получения термоэлектрических сплавов из Bi_2Te_3 и Bi_2Se_3 Международный научный журнал, № 10 (98), 2021.
15. Онаркулов, К. Э., Гайназарова, К. И., & Уктамова, М. А. (2022). Получение пленок из полупроводниковых материалов путем конденсации лучей в вакууме. *o'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali*, 1(8), 839-842.
16. Зокиров, Адхам Илхомжон Угли, & Ташланова, Дилноза Муродиловна (2022). АФН-ПЛЕНКА КАК МИКРОФОТОБАТАРЕЯ. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2 (Special Issue 4-2), 854-860.
- 17.
18. Зокиров, А., & Гайназарова, К. (2022). ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АФН ПЛЕНОК ИЗ ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ. *Scientific Collection «InterConf»*, (103), 202-208.
19. Azimov, T. M. R., Onarkulov, K. E., & G'aynazarova, K. I. (2020). EFFECT OF COMMUTATION SOLDER ON THE OPERATING CHARACTERISTICS OF COOLING ELEMENTS BASED ON BISMUTH AND ANTIMONY CHALCOGENIDES. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, (1-2), 21-25.
20. Karimberdi, O., Usmanov, Y., & Toolanboy, A. (2020). Semiconductor sensor for detecting volume changes at low temperatures. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(2), 2353-2358.
21. Ахмедов, М. М., Гайназарова, К. И., Кадыров, К. С., & Онаркулов, М. К. (2020). О химическом составе тензочувствительных пленок на основе системы Bi-Sb-Te. *Universum: технические науки*, (2-1 (71)), 38-42.
22. Набиев, М. Б., Онаркулов, К. Э., Ахмедов, М., Гайназарова, К., & Исроилжонова, Г. С. (2017). Разработка и исследование экстремальных режимов работы полупроводниковых термоэлементов нестационарного термоэлектрического охлаждения. In *Актуальные вопросы высшего профессионального образования* (pp. 101-104).
23. Собиров, М. М. (2021). ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В ЧИСТОЙ АТМОСФЕРЕ. *EDITOR COORDINATOR*, 308.
24. Muhabbatxon, K. (2022). POLIMER YARIM O'TKAZGICHLARDA YUTILISH SPEKTRI SEZGIRLIGNI UZUN TO'LQIN METODI BILAN ANIQLASH. *PEDAGOG*, 1(3), 248-256.
25. Kamolova, M. (2022). POLIMERLARDA KVANT CHIQISHI. *Физико-технологического образование*, (5).