

**KREMNIYDAGI CHUQUR SATHLARNING SIG'IMLI
SPEKTROSKOPIYASI**

Xojakbar Sultanovich Daliyev

Fizika-matematika fanlari doktori, professor

Kadirova Gulshanoy Erkinjon qizi

FarDU magistranti

ravshanqodirov42@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida disproziy kiritilgan kremniyni elektrofizik xususiyatlariga termik ishlov ta'sirini o'rganildi Dy namunalarning elektrofizik xossalari tadqiq etish, hamda ham diffuzion, ham o'stirish yo'li bilan legirlangan Si<Dy> dagi chuqur sathlar energetik spektrini o'rganildi.

Kalit so'zlar: yarim o'tkazgich asboblari, legirlash, jilvirlash, oksidlash, fotolitografiya p-n o'tishlar, spektroskopiyasi, DLTS usuli, kirishmali, xususiy, radiatsion, nuqsonlar

Hozirgi vaqtda kremniydagi nuqtaviy nuqsonlarni (kirishmali, xususiy, radiatsion) tadqiq etish uchun chuqur sathlar sig'imli spektroskopiyasi usuli (DLTS) keng qo'llaniladi. Bu usul elektr jihatidan faol xolatdagi nuqsonlarni, ya'ni nuqson ta'qiqlangan zonaga diskret sathlarni kiritganida va bu usulga mos keladigan ayrim qo'shimcha xossalarga ega bo'lganida tekshirishlar olib borish imkonini beradi. Shu munosabat bilan kremniyda nuqsonlarni identifikatsiyalash uchun DLTS usuli qo'llanilgan.

p-n – o'tishni xajmiy zaryad qatlami (XZQ) bilan ajratilgan ikkita o'tkazuvchan sohalar tizimi kabi ko'rib chiqamiz. p-n – o'tishga potentsiallarning kontakt farqi V_k ga qaraganida ancha katta bo'lgan teskari kuchlanish V ni beramiz. Bunda XZQ ning katta qismida harakatchan tashuvchilar konsentratsiyasi ionlashtirilgan kirishmalar konsentratsiyasiga qaraganida kamdir.

$W=f(V)$ ni aniqlash uchun, bu yerda W – XZQ ning qalinligi, keskin p+ - n – o'tish xolatini yoki n – tur kremniydani Shottki to'sig'ini ko'rib chiqamiz. Bu xolda $N_d \gg N_t$ va XZQ ning qalinligi n – tur kremniydagi XZQ ning qalinligi bilan aniqlanadi. W ning qiymati XZQ dagi harakatchan tashuvchilar konsentratsiyasi xisobga olinmaganida Puasson tenglamasidan aniqlanadi:

$$\frac{d^2 \varphi}{dW^2} = \frac{eN_d(W)}{\epsilon\epsilon_0} \quad (1)$$

va agar $N_d(W) = \text{const}$ bo'lsa, u xolda

$$W = 2 \sqrt{\frac{(V_k + V)\epsilon\epsilon_0}{eN_d}} \quad (2)$$

bu yerda ϵ - yarimo'tkazgichning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi,

ϵ_0 – vakuunning dielektrik doimiysi,

e - elektron zaryadi,

V_k – potentsiallar kontakt farqi,

N_D – o'lchash temperaturasida to'liq ionlashtirilgan diod bazasidagi mayda donorlar konsentratsiyasi.

S yuzali p^+ - n – o'tish sig'imi bu holda

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{W} = S \sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0 N_D e}{2(V_k + V)}} \quad (3)$$

bo'ladi yoki

$$1/C^2 = \frac{2(V_k + V)}{\epsilon\epsilon_0 S^2 N_D} \quad (4)$$

(2 - 4) dan ko'rinib turibdiki, $1/C^2$ ning V ga bog'liqligi Shottki to'sig'i yoki keskin p^+ - n – o'tish uchun to'g'ri chiziqni ifoda etadi. Diod bazasidagi kirishma konsentratsiyasi to'g'ri chiziq egilishi bilan, kesishish nuqtasi esa V o'q bilan aniqlanadi.

2.2. Chuqur sathlarning p - n – o'tishi sig'imiga ta'siri

$V = 0$ bo'lganida sathlarning statsionar to'ldirilishi o'rindir, kuchlanish qayta ulanganida esa p - n – o'tishda noldan teskari kuchlanishgacha bo'lgan $t = 0$ vaqt momentida, elektronlar ΔW_1 qatlam sathidan doimiy vaqtli (θ , bu yerda θ – elektronlar uchun emissiya tezligi) o'tkazuvchanlik zonasiga o'tadilar va shundan keyin maydon ta'sirida elektr neytral sohasiga tez o'tadilar. Bunda n sohada joylashgan ΔW_1 qatlamda xajmiy zaryad zichligi oshadi (chuqur sath donor yoki aktseptor bo'lishiga qaramasdan).

Doimiy vaqt qiymatini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

Znachenie postoyannoy vremeni mojno zapisat' v sleduyushchem vide:

$$\theta = (\sigma_n v_T N_c)^{-1} \exp\left(\frac{E_c - E_t}{kT}\right) = (\sigma_n b_n T^2)^{-1} \exp\left(\frac{E_c - E_t}{kT}\right) \quad (5)$$

bu yerda b_n - yarimo'tkazgich parametri,

Ge uchun $b_n = 3,6 \cdot 10^{21} \text{ sm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ k}^{-2}$,

Si uchun $b_n = 6,6 \cdot 10^{21} \text{ sm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ k}^{-2}$;

σ_n – elektronni tutish kesimi;

V_2 - elektronning issiqlik tezligi;

N_c – o'tkazuvchanlik zonasidagi xolatning effektiv zichligi;

E_c - o'tkazuvchanlik zonasi quyi chegarasi enregiyasi;

E - energiya;

k - Bol'tsman konstantasi;

T - absolyut temperatura.

(5) formulalardan temperatura T ning oshishi bilan to'ldirishning relaksatsiya vaqti \square keskin kamayadi. (5) ni logarifmlab quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\ln(\theta T^2) = \frac{-\ln(\sigma_n \mathbf{b}_n) + (E_c - E_t)}{kT} \quad (6)$$

Agar elektronlarni tutish kesimi va ionlash enregiyasining temperaturaviy bog'liqligini xisobga olmasak, u xolda (6)- bu

$$\ln(\theta T^2) \approx \frac{1}{kT} \quad (7)$$

koordinatalardagi to'ri chiziq tenglamasidir.

Bu to'g'ri chiziq og'ish burchagi tangensi chuqur sathionlanish enregiyasiga tengdir, to'g'ri chiziqning o'zi esa ordinata o'qida - ga teng bo'lgan kesma kesib, undan berilgan sathdagi elektronlarni tutish kesimini baholash mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Милнс А. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. М., Мир, 1997
2. Болтакс Б.И. Диффузия и точечные дефекты в полупроводниках, Л., Наука, 1972
3. Зайнабидинов С.З. Физические основы образования глубоких уровней в кремнии. Ташкент, Фан, 1984
4. Azimjon Latifjon ogli Melikuziev. (2022). HISTORICAL AND MODERN CLASSIFICATION OF PARALINGUISTICS. *Academicia Globe: Inderscience Research*, 3(10), 126–128. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UAH57>
5. Khakimov, M. K., & ugli Melikuziev, A. L. (2022). The History of Paralinguistic Researches. *International Journal of Culture and Modernity*, 13, 90-95.