

майдонининг комбинацияланган ҳолатлар зичлиги ҳароратига таъсири ўрганилган. Квантловчи магнит майдонларида квант ўраларининг икки ўлчамли комбинацияланган ҳолат зичлигининг ҳароратга боғлиқлигини ҳисоблаш учун янги математик модель ишлаб чиқилган. Таклиф этилган модель наноўлчамли, тўғри соҳали, параболик қонунга бўйсунувчи дисперсияли яримўтказгичлардаги экспериментал натижаларни изоҳлайди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. A.V.Mikhailov, A.V.Trifonov, O.S.Sultanov, I.Yu.Yugova, I.V.Ignatiev. Quantum beats of light and heavy-hole excitons in reflection spectra of GaAs/AlGaAs quantum well. Semiconductors. 2022, Vol.56, No.7, pp. 672-676.
2. U.I.Erkaboev, R.G.Rakhimov, N.A.Sayidov, J.I.Mirzaev. Modeling the temperature dependence of the density oscillation of energy states in two-dimensional electronic gases under the impact of a longitudinal and transversal quantum magnetic field. Indian Journal of Physics. 2022. <https://doi.org/10.1007/s12648-022-02435-8>
3. Yu-Shou Wang, Nai-Chuan Chen, Chun-Yi Lu, Jenn-Fang Chen. Optical joint density of states in InGaN/GaN-based multiple-quantum-well light-emitting diodes. Physica B. 2011. Vol.406. pp. 4300–4303.

KREMNIYDA III-V BINAR BIRIKMALARNI SHAKILLANTIRISH SHARTLARI.

X.M. Iliyev, S.B. Isamov, B.O. Isakov, R. Sobirjonov, V. Sultonov

Аннотация. Yorug'lik diodlari, lazerlar, tezkorligi yuqori bo'lgan maydonli tranzistorlar kabi elektron qurilmalar, samaradorligi yuqori bo'lgan quyosh panellarini ishlab chiqishda asosiy material hisoblanadigan III-V binar birikmali yarimo'tkazgichlarga bo'lgan qiziqish tobora ortib bormoqda. Lekin III-V binar birimali yarimo'tkazgichlar sanoatda hom ashyo sifatida noyob va qimmat material bo'lganligi sababli, ularni kremniy kabi sanoatda hom ashyo sifatida ulkan zaxiraga ega va olinish texnologiyasi yaxshi o'zlashtirilgan material asosida shakillantirish dolzarb masalalardan biridir. Shu munosabat bilan ushbu ishda kremniyda III-V binar birikmalarni shakillanish shartlari haqida so'z yuritilgan.

Калит со'злар: kremniy, III-V binar birikmalar, kristall panjara, sirt va sirt oldi qatlam.

Ma'lumki elektronika sohasida eng ko'p qo'llaniladigan asosiy yarim o'tkazgich material kremniy hisoblanadi. Yer shari qatlamida kremniy zahirasining ko'pligi, standart olinish texnologiyasining mavjudligi kabi bir qator ustun jihatlari bo'lishiga qaramay, kremniyning taqiqlangan soha kengligi, zaryad tashuvchilarning harakatchanligi, energetik zona tuzilishi kabi asosiy parametrlari, hozirgi jadal rivojlanib borayotgan elektronika sohasi talablariga javob beraolmayapdi [1,2,3]. Shuning uchun bugungi kunda kremniy xossalarini tubdan o'zgarishiga olib keluvchi III-V binar birikmalarni kremniyning sirt va sirt oldi qatlamida hamda kristal panjarasida shakillanishini o'rganish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [4,5,6,7].

Nazariy jihatdan kremniyning qaysi sohasida III-V binar birikmalar shakillanishiga qarab shartlarni quyidagi ikki sinfga bo'lamiz:

- Kremniy sirtida va sirt oldi qatlamida III-V binar birikmalar shakillanish shartlari;
- Kremniy kristall panjarasi da III-V binar birikmalar shakillanish shartlari.

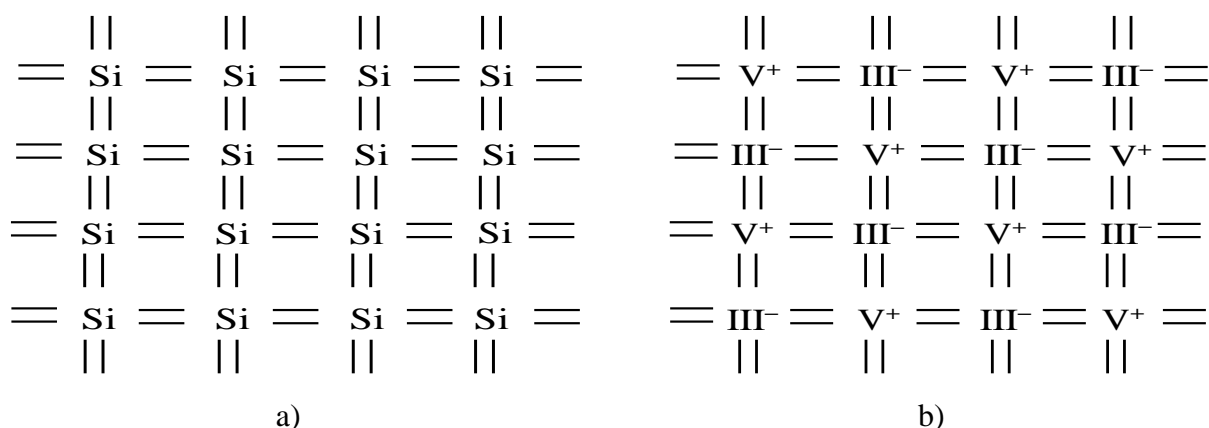
Kremniy sirtida va sirt oldi qatlamida III-V binar birikmalar shakillanish shartlari

Biror taglikda epitaksial qatlamlarni o‘stirishda, o‘sayotgan qatlam dislokatsiyalarsiz yuqori sifatda o‘sishi uchun, quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1) taglik va o‘sayotgan qatlamning panjara doimiylari farqi katta bo‘lmasligi kerak;

2) taglik va o‘sayotgan qatlamning chiziqli termal kengayish koeffitsientlarining farqi imkon qadar kichik bo‘lishi kerak.

Ma’lumki, kremniy kristall panjarasi olmos tuzilishiga ega bo‘lib, uning kristall panjara doimiysi $a_{Si} = 5.43 \text{ \AA}$ ga teng [8]. Bundan tashqari Si atomlari bir-biri bilan qutibsiz kovalent bog‘langan (1-a) rasm), III-V binar birikmalar atomlari bir-biri bilan qutibli kovalent bog‘langan (1-b) rasm). Shu sababli qutibsiz kovalent yarimo‘tkazgich sirtida qutibli yarimo‘tkazgich (III-V kabi) shakillantirilganda antifaza chegaralari, mikro yoriqlar va mikro egizak kristallar kabi nuqsonlar paydo bo‘ladi [9].



1-rasm. a) Kremniy atomlarining o‘zaro qutbsiz kovalent bog‘lanishi; b) III-V birikmali yarimo‘tkazgich atomlarining o‘zaro qutibli kovalent bog‘lanishi

Hozirgi kunda ushbu muammolarni yechish bo‘yicha dunyo olimlari ilmiy izlanishlar olib borishmoqda.

Kremniy kristall panjarasi da III-V binar birikmalar shakillanish shartlari.

Kremniy kristal panjarasida III-V binar birikmalarining shakllanish shartlari quyidagilardan iborat [10]:

- 1) kirishma atomlarini kremniy kristal panjarasining tugunlarida joylashishini ta’minlash;

- 2) binar birikmalarning element atomlarini valent elektronlar soni kremniyning valent elektronlari sonidan uncha katta farq qilmasligi;
- 3) binar birikmalarning kovalent radiuslari yig'indisi kremniyni kovalent radiusini ikkilanganidan uncha katta farq qilmasligi kerak;
- 4) kirishma atomlarining kremniydagi maksimal eruvchanliklari bir-biriga yaqin bo'lishi kerak.

Kremniy kristall panjarasida III-V binar birikmalar panjaralarini shakillantirish uchun yuqoridagi shartlarni bajarilishini o'zi kifoya qilmaydi. Buning uchun kremniyning kristall panjarasida III-V binar birikmalarni shakillanishining eng maqbul termodinamik sharoitlarni aniqlash kerak. Mualliflar [10] kremniy kristall panjarasida III-V binar birikmalarini shakillantirish uchun diffuziya usulini taklif qilishgan. Ma'lumki III-V binar birikmalarni shakillantirishning epitaksial qatlamlar o'stirish, ionlar bilan bombardimon qilish va diffuziya kabi bir necha usullari mavjud. Lekin, epitaksial qatlamlar o'stirish usullari bir muncha murakkab va qimmat texnologiyalarni talab qiladi. Ionlar bilan bombardimon qilish usulida namuna sirti kristallik xususiyatini yo'qotib amorf holarga o'tib qoladi. Diffuziya usuli esa ham arzon ham yaxshi o'zlashtirilgan usul sifatida III-V binar birikmalarni kremniy sirti va sirt oldi qatlamida hamda kristall panjarasida shakillantirish uchun eng maqbul usul hisoblanadi.

Xulosa. Elektronika sohasi soniya sayin rivojlanayotgan bir vaqtda, ushbu sohada mavjud hom ashyo materiallari, elektronika sohasining talablariga javob beraolmay qolmoqda. Shu sababli yangi imkoniyatlarga ega, asosiy parametrlari mavjud yarimo'tkazgichlarning asosiy parametrlaridan tubdan farq qiladigan yangi materiallarni olish, ushbu sohani asosiy muammolaridan hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] Yanlong Yin, Jiang Li, Yang Xu, Hon Ki Tsang, and Daoxin Dai. 2018 Journal of Semiconductors. 39 (6), 061009/1-8.
- [2] Wenyu Yang, Yajie Li, Fangyuan Meng, Hongyan Yu, Mengqi Wang, Pengfei Wang, Guangzhen Luo, Xuliang Zhou, and Jiaoqing Pan. 2019 Journal of Semiconductors 40 (101305), 1-9.
- [3] Levinshtein M., Rumyantsev S. and Shur M. 1996 Handbook series on semiconductor parameters. Volume 1. Pp 1-31.
- [4] Ahmed Ali Mohammad Monzur-Ul-Akhir, Masayuki Mori, and Koichi Maezawa. 2017 Phys. Status Solidi B. 254 (2) 1600528.
- [5] Monzur-Ul-Akhir A. A. Md., Masayuki Mori, and Koichi Maezawa. 2019 Japanese Journal of Applied Physics. 58 (S11A17) 1-9.
- [6] X.M. Iliyev, S.B. Isamov, B.O. Isakov, U.X. Qurbonova, S.A. Abduraxmonov. A surface study of Si doped simultaneously with Ga and Sb. East Eur. J. Phys. (2023) 3, 303-307-b.
- [7] X.M. Iliyev, V.B. Odzhaev, S.B. Isamov, B.O. Isakov, B.K. Ismaylov, K.S. Ayupov, S.I. Hamrokulov, S.O. Khasanbaeva. X-ray diffraction and raman spectroscopy analyses of GaSb-

enriched Si surface formed by applying diffusion doping technique. East Eur. J. Phys. (2023) 3, 363-369-b.

[8] Siegfried Selberherr, Viktor Sverdlov. Strain-Induced Effects in Advanced MOSFETs // Computational Microelectronics, 2011, pp. 252.

[9] Burcu Arpaçay, Y Eren Suyolcu, Gülcan Çorapçioğlu, Peter A van Aken, Mehmet Ali Gülgün and Ugur Serincan. A comparative study on GaSb epilayers grown on nominal and vicinal Si(100) substrates by molecular beam epitaxy // Semicond. Sci. Technol. 36 (2020) 025011 (12pp)

[10] Содиков У.Х. Кремнийли фотоэлементларнинг спектрал сезгирлик соҳасини бинар элементар ячейкалар ёрдамида кенгайтириш // Физика – математика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) ДИССЕРТАЦИЯ, 2019, с. 142.

QATTIQ JISMLARNING ELEKTR O'TKAZUVCHANLIGINI ANIQLASH

Mavlonova Sevinch Olimjon qizi-JDPU talabasi

Annotatsiya: Qattiq jismlarning elektr o'tkazuvchanligi materialning tarkibiy tuzulishi ya'ni sofligiga bog'liqligi tushuntirilgan.

Kalit so'zlari: Yarim o'tkazgichlar, sof yarim o'tkazgichlar, energetik sath, spin, electron qobiq, kovak, elektron.

Qattiq jismlar kvant fizikasi yaratilgunicha tajribada (amaliyotda) yarim o'tkazgich moddalarning ayrim ajoyib xossalari oshkor qilingan bo'lsa-da, ammo ularni puxta ilmiy asosda tushunib bo'lmasdi. Faqat qattiq jism kvant fizikasi nima uchun qattiq jismlar elektr tokni yaxshi o'tkazadigan metallar, juda oz o'tkazadigan yarim o'tkazgichlar, deyarli o'tkamaydigan dielektriklar turlariga ajralishini, ularning bir-biridan keskin farq qiladigan fizik xossalari tushuntirib bera oldi

Yarim o'tkazgich moddalar xossalarining oshkor bo'lishi uchun ular yetarlicha darajada toza bo'lishlari kerak edi. Bu zarurat juda toza moddalar olish sanoatining barpo qilinishiga olib keldi. Demak, qattiq jism kvant fizikasining yaratilishi va toza moddalar sanoatining barpo qilinishi yarim o'tkazgichlar elektronikasining taraqqiyotiga zamin bo'ldi.

Endi asosiy masalamizga-qattiq jismlarning elektrik o'tkazuvchanlik bo'yicha uch turga (metallar, yarim o'tkazgichlar, dielektriklarga) ajralishini kvant mehanikasi qanday tushuntirilishi masalasiga to'xtalamiz.

Atom fizikasidan ma'lumki, yakka atomdagi elektronlar muayyan energiyali holatlarda bo'la oladi, ya'ni ularning ruxsatlangan energiyalari qiymatlari diskret (uzuk) spektrni tashkil etadi. Pauli qonuniga asosan, atomdagi muayyan energiyali holatda (energetik sathda) eng ko'pi bilan spinlari qarama-qarshi yo'nalgan ikki elektron bo'lishi mumkin. Bu holatda yo bir elektron bo'lishi, umuman holat bo'sh bo'lishi ham mumkin.

Juda ko'p atomlardan qattiq jism hosil bo'ganida atomlar bir-biriga juda yaqin keladi, ularning elektronlari qobiqlari orasida kuchli o'zaro ta'sir oqibatida atomdagi elektronlar energiyalari sathlari parchalanib (N atomidan tashkil topgan qattiq jismda atomdagi sath N ta sathga ajraladi), elektronlar energiyalari zonalari hosil bo'ladi. Biz bundan buyon elektronlar so'zini qisqaroq qilib energiya zonalari haqida gaplashamiz.