

LAZER NURLANISHINING CdTe NING FOTOLYUMINESSENSIYAGA TA'SIRI.

Ilmiy tadqiqotchi

Dexqonboyev Odilbek Rasuljon o'g'li

Andijan mashinasozlik insitituti .

Lazer nurlanishining (LR) yarim o'tkazgichlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganish fizika va yarim o'tkazgichlar texnologiyasida juda muhim vazifadir. LR ta'siri ostida elektr faol markazlari - ya'ni lazer donor markazlar (LD) InSb [2] dagi lazer donor (LD) markazlari, Si [3]InAs [1] kabi materillarda yaratilgan. Yangi metall faza shakllanadi, masalan, CdTe yuzasida Te fazasi [3]. Amorfizatsiya yoki kristallanish jarayonlari LR va yarimo'tkazgich parametrlariga qarab sodir bo'ladi. LD markazlari p-Si [33] va p-InSb [4] yuzalarida sifatli p-n birikmalarini yaratish uchun qo'llanilgan. Biroq, ushbu texnologiyani kengroq qo'llash LD markazini shakllantirish mexanizmini va ularning parametrlari, tarkibi, shakli, barqarorlik, zaryad, faollashtirish energiyasi va boshqalar bilimlarni tushunishni talab etiladi. Biroq, birinchi model kristall panjaraning yuqori simmetriyasiga ega bo'lgan yarimo'tkazgichlardagi ta'sirni tushuntirib bera olmaydi, ikkinchi model esa mos kelmaydi, chunki rekombinatsiya jarayoni yarimo'tkazgichlarda termodisifkatsiya jarayonidan ancha sekinroqdir.

p-InSb va p-Si [34] da p-n o'tish shakllanishi bo'yicha eksperimental ma'lumotlarni tahlil qilish. ; Blums va Medvid' YAG: Nd lazer, yoqut lazer, CO₂ lazer [2] yoki YAG ning ikkinchi garmonikasi: Nd lazer (to'lqin uzunligi 532 nm) yordamida LD hosil bo'lish mexanizmi termogradient effekti (TGE) bilan bog'liq bo'lishi mumkin degan xulosaga kelishimizga imkon berdi.

TGE - harorat gradienti sohasida atomlar, vakansiyalar va elektron-teshik juftlarining siljishi. Tauc 1962 birinchi bo'lib imkoniyatga ishora qilgan Elektron-teshik juftlari (EHP) uchun TGE va ushbu nazariyani yaratdi.

Biz bu hodisadan Si dagi termogradient luminesansni kuzatish [3] va Si da SiO₂ va Si₃ N₄ ko'milgan izolyatsiya qatlamlarini shakllantirish [3] uchun foydalandik .TGE nazariyasiga ko'ra [2] atomlar va bo'sh joylar qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi: atomlar harorat gradienti yo'nalishi bo'yicha, maksimal harorat T ga qarab siljiydi; vakansiyalar minimal haroratga qarab siljiydi.

Quyidagi faktlar p-n birikmasining shakllanishida TGE mavjudligini tasdiqlaydi:

1 ta'sirning chegaraviy xarakteri - LD markazlarining paydo bo'lishiga olib keladigan LR ning minimal intensivligi I mavjud;

2 lazer zarbasining davomiyligidan adiabatik jarayon uchun termal diffuziyaning xarakterli vaqti kichikroq bo'lishi kerak[3]

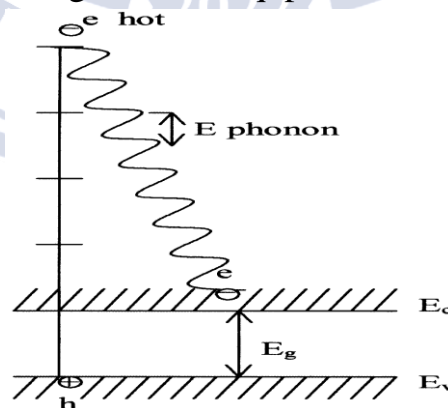
3 kristall panjaraning bir hil bo'lmagan issiqligini hosil qilish uchun LR ning foton energiyasi yarimo'tkazgich diapazoni $h\nu \gg E_g$ dan yuqori bo'lishi kerak.

1-rasmda 1 va 3 omillarning ta'siri ko'rsatilgan. LD markazlari hosil bo'lishining chegara intensivligining pasayishi, demak, p-n o'tish hosil bo'lishi kvant energiyasining o'sishi bilan bog'liq bo'lgan omillar sonining ko'payishi bilan izohlanadi. 2-rasm Bo'sh va interstitsial uchun diffuziya faollashtirish harorati (T_a) uchun kristall panjara isitish uchun zarur bo'lgan fononlar. Frenkel juftlari harorat gradienti sohasida $T > T_a$ da dissotsiyalanadi. Frenkel zarralari qarama-qarshi zaryadga ega bo'lganligi va qarama-qarshi yo'nalishda harakat qilganligi sababli, yarimo'tkazgich sovutilgandan so'ng p-n birikmasi yoki n-n⁺ yoki p-p⁺ kabi boshqa potentsial tuzilmalar hosil bo'ladi. Tekshiruv ob'ekti sifatida CdTe tanlangan, chunki bu material rentgen va gamma - nurlanish va boshqa qattiq nurlanish detektorlarini ishlab chiqarish uchun radiatsiya texnikasida keng qo'llaniladi [3].

Ushbu ishning maqsadi LR ning CdTe bilan o'zaro ta'sirini o'rganish va hosil bo'lgan nuqsonlarning tuzilishi va parametrlarini aniqlashdir.

LR ning CdTe bilan o'zaro ta'sirining asosiy tadqiqotlari impulsli yoqut lazer yordamida amalga oshirildi [3]. LR intensivligiga qarab CdTe ning erkin yuzasida Te metall fazasi hosil bo'lishi va kristall panjaraning o'ziga xos nuqsonlari paydo bo'lishi ko'rsatilgan [4]

Te metall fazasining shakllanishi CdTe sirtidan Cd bug'lanishi bilan izohlanadi, nuqsonlarning paydo bo'lishi esa tovush zarbasi to'liqini bilan izohlanadi. In ion implantatsiyasidan keyin nuqsonlarni yumshatish uchun CW kripton lazeridan foydalanish kristalli panjaraning faqat qisman tiklanishiga olib keldi [1] Eng yaxshi natijalarga lazer doping deb ataladigan suyuqlik fazasini yaratgan eksimer lazer yordamida erishiladi. Bu na'munaning LR tomonidan nurlanishi ion implantatsiyasidan yoki Cs ning vakuumli qoplashdan so'ng yuz berdi.



1-rasm. Elektron-foton va elektron-fononlarning energetik diagrammasi yarimo'tkazgich tomonidan lazer nurlanishining yutilishidagi o'tishlar.

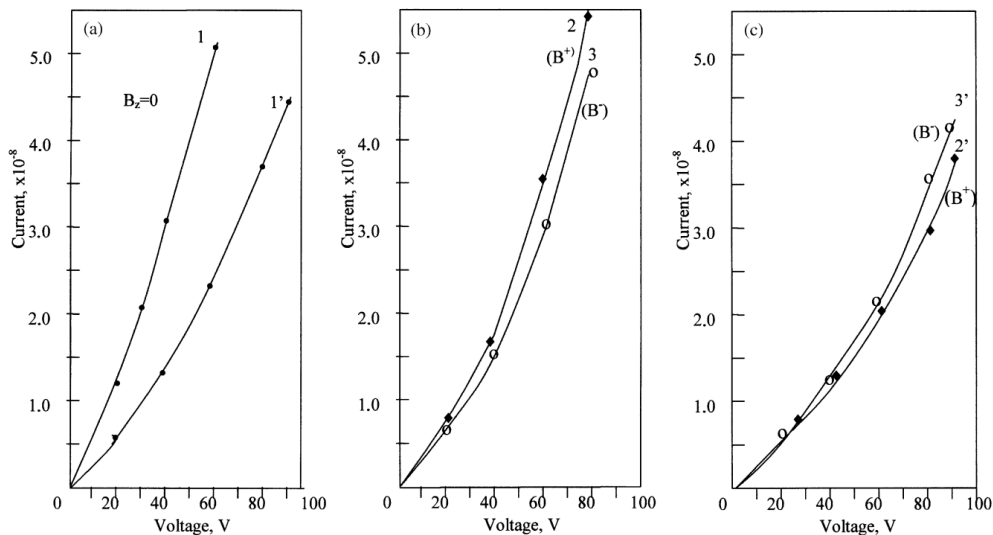
2-a-rasmda magnit maydonsiz CVC ko'rsatilgan. 1-egri chiziq olingan namunaning CVC ga va lazer bilan nurlanishdan keyin 1' egri chizig'iga to'g'ri keladi. Biz CdTe ning o'tkazuvchanligi LR bilan kamayishini ko'rishimiz mumkin. Ehtimol, donor n-tipli markazlar lazer nurlanishi bilan hosil bo'ladi va buning natijasida yarimo'tkazgich yanada o'ziga xos bo'lib qoladi yoki yarim o'tkazgichning samarali qalinligi ingichka bo'ladi yoki zaryad tashuvchilarning energiyasi aralashmalar ustida tarqalib ketsa, teshiklarning harakatchanligi pasayadi.

Oxirgi holat past ehtimollikdir, chunki elektronlar va teshiklarning tarqalishi xona haroratidagi aralashmalarda emas, balki optik yoki akustik fononlarda sodir bo'ladi.

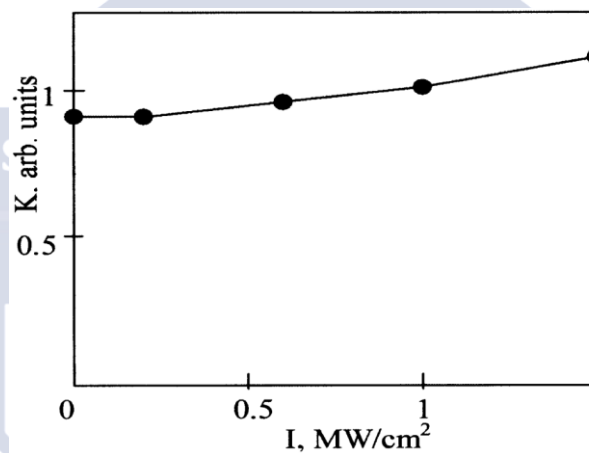
2-b-rasmda CVC kesishgan magnit maydoni 0:1 T ko'rsatilgan. 2' egri chizig'i elektron-teshik juftlari CdTe ning erkin yuzasida Lorents kuchi bilan lokalizatsiya qilingan vaziyatga va 3 egri chiziqqa mos keladi. Ular CdTe-SiO₂ interfeysida lokalizatsiya qilingan. Avvalo, biz yarimo'tkazgichning o'ziga xos o'tkazuvchanligiga ega ekanligi va bipolyar diffuzion uzunligi yarim o'tkazgichning qalinligi bilan solishtirish mumkin yoki teng degan xulosaga kelishimiz mumkin. Bundan tashqari, interfeysdagi sirt rekombinatsiya tezligi (S) erkin sirtga qaraganda kattaroq degan xulosaga kelishimiz mumkin. 2c-rasmda 1,5 MVt=sm² intensivlikdagi lazer nurlanishi bilan nurlanishdan keyin magnit maydondagi CVC ko'rsatilgan. 3' va 2' egri chiziqlar tartibini o'zgartirishini ko'rishimiz mumkin. Bu shuni anglatadiki, nurlanishdan keyin interfeysdagi sirt rekombinatsiya tezligi erkin sirtga qaraganda kamroq bo'ladi. Ushbu o'zgarishlar 3-rasmdagi egri chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

CVC to'g'rilash omiliga bog'liqlik mavjud $K = I(B^-) = I(B^+)$, bu erda $I(B^-)$ va $I(B^+)$ Bz ga qarama-qarshi yo'nalishdagi oqimlardir. 4-rasmdan K ning 0,2 MVt/sm² dan keyin o'zgarish boshlaganini ko'ramiz. Bu shuni ko'rsatadiki, bu intensivlik CdTe(Cl) da nuqson hosil qilish chegarasi hisoblanadi va Stivenson-Keyes modeliga ko'ra [2], S ning kamayishi potentsial to'siqning oshishiga olib keladi.

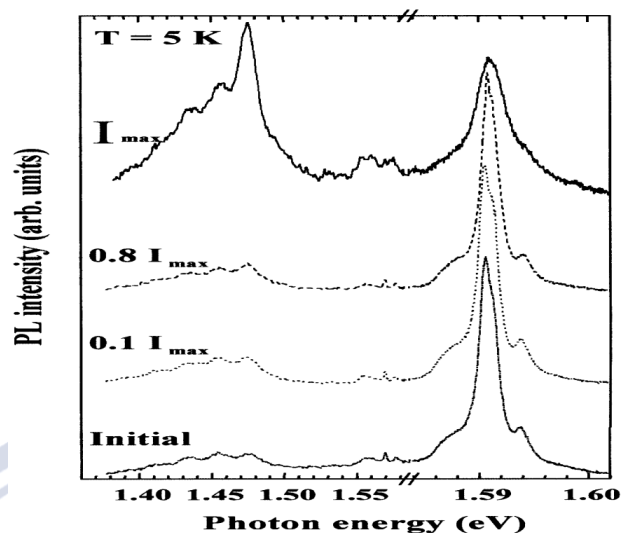
Fotoluminesans spektrida lazer ta'sirini o'rganish shuni ko'rsatdiki (4-rasmga qarang) lazer nurlanish intensivligining oshishi donor-akseptorga (D-) tegishli bo'lgan 1,475 eV nol-fonon diapazoni o'sishini rag'batlantiradi. A juftlik o'tishlari. Xuddi o'sha payt, 1,594 va 1,591 eV liniyalarda pasayish kuzatilmoqda. Eksitonlar xlor Cl (donor) va V_{Cd} (akseptor) da bog'lanadi, mos [4]. Ko'proq intensivlikda lazer nurlanishi bilan nurlanishdan keyin 0,2 MVt/sm² dan yuqori bo'lgan nol fonon chizig'i $I = 2$ MVt/sm² da LO-fononli replikalardan sezilarli darajada ko'proq bo'ldi. Nol fononli chiziq va LO-fonon replikalarining o'sishi nomutanosibdir. 1,475 eV liniyasining quyidagi tushuntirishi taklif etiladi.



2-rasm. CdTe–SiO₂ strukturasi joriy kuchlanish xarakteristikalarini: (a) $B_z = 0$ da nurlanmagan struktura-1-egri chiziq; nurlanishdan keyin $I = 1,5 \text{ MVt}=\text{sm}^2$ -egri chiziq 1'; (b) magnit maydonida nurlanmagan struktura $B_z = +0,1 \text{ T}$ -egri chiziq 2, $B_z = -0,1 \text{ T}$ -3 egri chiziq; (c) magnit maydonida $I = 1,5 \text{ MVt}=\text{sm}^2$ nurlanishdan keyin: $B_z = +0,1 \text{ T}$ - 2' egri chiziq; $B_z = -0,1$ -egri chiziq 3'.



3-rasm. Lazer nurlanishi intensivligining CVC rektision omil K ga ta'siri
Yarimo'tkazgichga bunday lazer bilan ishlov berish interfeysda qo'shimcha ichki nuqta nuqsonlari va birinchi navbatda V_{Cd} va Cd_I hosil bo'lishiga olib keladi. Oldingi ishlarga [3] ko'ra, nol fononli diapazon A-markazga tegishli bo'lib, u xlor atomi Cl va V_{Cd} bo'sh joyidan iborat (.5-rasm). Ammo, CdTe namunalari Cl bilan qo'shilganligi sababli, qo'shimcha A markazlari V_{Cd} ni Cl dopant bilan to'plash orqali hosil bo'ladi. Natijada, ning intensivligi 1,594 eV da donor chizig'i va 1,591 eV da akseptor chizig'i kamayadi, lekin lazer nurlanishining intensivligi oshishi bilan 1,475 eV chiziq ortadi, chunki A-markazlarining konsentratsiyasi ortadi.



1.3.4-rasm. CdTe panjarasida A-markaz konstruksiyasi.

Biz nol fonon chizig'i va uning nusxalarining nomutanosib o'sishini quyidagi tushuntirishni taxmin qilamiz. Biz D-A o'tishlari bilvosita ekanligini taklif qilamiz, chunki LO-fonon replikalari CdTe ning PL spektrlarida mavjud. Bunga Cl donor markazlarining L-sohasi bilan bog'lanishi sabab bo'lishi mumkin. Nolinchi fonon chizig'i intensivligining oshishi qo'shimcha lazer nuqsonlari mavjudligi bilan izohlanishi mumkin. Ushbu nuqsonlar elektron impulsning ushbu qo'shimcha lazer nuqsonlariga o'tishiga va elektronning G-sohasiga o'tishiga yordam beradi. Bu radiatsiyaviy rekombinatsiya ehtimolini oshiradi va shuning uchun nol fonon chizig'ining intensivligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Topvoldiyev , N. (2023). KREMNIY ASOSIDAGI QUYOSH ELEMENTILARI KONSTRUKTSIYASI. Interpretation and Researches, 1(1). izvlecheno ot <http://interpretationandresearches.uz/index.php/iar/article/view/443>
2. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o'g'li, Yo'lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o'g'li. (2023). STUDY OF TEMPERATURE DEPENDENCE OF LINEAR EXPANSION COEFFICIENT OF SOLID BODIES. INTERNATIONAL BULLETIN OF APPLIED SCIENCE AND TECHNOLOGY, 3(5), 888–893. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053>
3. Kasimaxunova, A., & Umarova, G. (2023). Issues of Effective Study of Semiconductor Device Properties in Engineering Educational Institutions. Journal of Higher Education Theory and Practice, 23(12). <https://doi.org/10.33423/jhftp.v23i12.6236>
4. M.O. Atajonov, S.J. Nimatov, A.I.Rakhmatullaev. «Formalization of the dynamics of the functioning of petrochemical complexes based on the theory of fuzzy sets and fuzzy logic» AIP Conference Proceedings 2552, 050014 (2023); Published Online: 05 January 2023. <https://doi.org/10.1063/5.0112403>