

YARIMO‘TKAZGICHLARDA OPTIK PARAMETRLARNI O‘RGANISH METODIKASI

Normamatova Gulzebo Shuxrat qizi

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Fizika yo‘nalishi guruh talabasi

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda biz zaif magnit maydonining ta’sirida yarimo‘tkazgichli lazer nurining qutblanishiga ta’sirini o‘rganib chiqdik. Tadqiqotda S-2S turidagi yarimo‘tkazgichli lazeriga magnit maydon(70mT) perependikulyar ravishda qo‘yildi (o‘rnatildi) va biz yarimo‘tkazgichli lazer nurining qutblanishini oz miqdorda o‘zgarish bo‘lgani kuzatildi. Ushbu tadqiqod bir qator laboratoriya tajribalarida nurlanish manbai sifatida yarimo‘tkazgichli lazerlarni turli xil ish rejimda muammosiz qo‘llash undan tashqari optik aloqa uzatish va malumotlarni o‘qish tizimi manbai sifatida ham foydalanish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Magnit maydon, yarimo‘tkazuvchi lazer,aktiv muhit, nurning qutblanishi, injeksiya tok oqimi, chegara tok oqimi.

Abstract: In this study, we examined the effect of a weak magnetic field on the polarization of a semiconductor laser beam. In the study, a magnetic field (70mT) was placed perpendicular to the S-2S semiconductor laser, and we observed a small change in the reception of the semiconductor laser beam. This study allows the seamless use of semiconductor lasers as a source of radiation in a number of laboratory experiments, as well as the use of optical communication and data reading systems.

Keywords: Magnetic field, semiconductor laser, active medium, light polarization, injection current, boundary current.

Hozirgi kunda fan va texnikaning tez rivojlanayotgan texnologik jarayonlar qatorida lazer texnologiyalari rivojlanishi ham muhim o‘rin egallaydi. Yarimo‘tkazgichli lazer diodining ixtirosi o‘tgan asrning ikkinchi yarmidagi fizika sohasidagi eng yaxshi

yutuqlardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda ularning maishiy, sanoat va harbiy sohalarda qo'llanilishi yuqori samaradorligini ko'rsatmoqda.[1]

Lazer diodlarining ishlash mexanizmidagi eng muhim omillardan biri bu chegara tok oqimining zichligi hisoblanadi. Lazer diodlar elektron juftlari (elektron-kovak) generatsiyasining yutilish jarayonlari tufayli tok oqimi kritik qiymatiga etib bormagunicha nurlanish chiqarmaydi, bu emissiya jarayonlarida ustunlik qiladi.

Rag'batlantirish emissiya ustunlik qilgaligi uchun chegara tok oqimida kuchaytirish koeffisient yoqotishlarga teng bo'ladi. Tok oqimini oshirishimiz bilan chegara tok oqimining og'ish samaradorligi oshadi va nurlanish spektr kengligi ortadi.

Lazer diodlarining chiqish quvvatiga, chegara tok oqimiga qutblanishiga in'jektsiya tok oqimi, harorat va faol qatlam qalinligi ta'sir qiladi. Lekin, u magnit maydon va bosimga bog'liqligi ham ma'lum. Buning sababi yutilishdagi yo'qotishlar, tok oqimi. va quvvatning to'yinganligidir.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Magnit maydonning ta'siri to'siqning kuchlanishiga yaqin qiymatda sodir bo'ladi, bu magnit maydon Fermi darajasiga ta'sir qiladi. Magnit maydon faol qatlam bo'ylab tashuvchilarning tarqalishiga ta'sir ko'rsatadi. Bu jarayon Lazer diodlar tarqalish atrofidagi to'siq potentsialining kuchlanishi yaqinida namoyon bo'ladi. Magnit maydon lazer diodining tok oqimining zichligiga ta'sir qiladi va shu bilan faol qatlam yaqinidagi haroratga ta'sir qiladi. Natijada, lazer diodining tashqi quvvati, qutblanishi va chegara oqimi o'zgaradi. Lazer diodlariga magnit maydon ta'sir qilganda, Lorents kuchi ta'sirida tok va tok oqimining zichligi, hamda faol qatlamda ichki va tashqi harorat o'zgarishlar yuzaga keladi.[2]

Ushbu tadqiqotda magnit maydonda yarimo'tkazgichli lazer nurlanishining qutblanishni o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqot ob'ekti - S-2S tipidagi, moduli $d=9 \times 21 \text{ mm}$, chiziqli, qizil, to'lqin uzunligi 650 nm, nurlanish quvvati 5 mW bo'lgan yarimo'tkazgichli lazer(ishlab chiqaruvchi – "Komoloff", Rossiya). Yarimo'tkazgichli lazerlar uchun p-n o'tish sohasida elektron va kovaklar bir vaqtda ishtirok etishi katta ahamiyatga ega. Bu shart kuchli legirlangan yarimo'tkazgich donor va akseptorni hosil qiladigan elementlarni yarimo'tkazgichning kristall panjarasiga kiritib konsentratsiyasini

bir sm^3 hajmda 10^{17} - 10^{18} ta atomga yetkazishda bajariladi. Kuchli legirlangan yarimo'tkazgichlarda Fermi sathi E_f o'tkazuvchanlik zonasining ichida joylashadi. n-tipdagi yarimo'tkazgichda donor sathi elektronga to'ladi va qisman o'tkazuvchanlik zonasiga ham o'tadi. p-tipli yarimo'tkazgichda esa akseptor sathi to'lmaydi va tirqish valent zonasida paydo bo'ladi [1]. Fermi sathi esa valent zonasida joylashadi. Shu ikki xil kuchli legirlangan yarimo'tkazgichlar tutashtirib qo'shilsa, energetik sathlar siljiydi va Fermi sathi ikkala tip uchun bir xil qiymatga ega bo'ladi. Agar elektr manbaning musbat qutbini p-tipiga va manfiysini n-tipiga ulasak, elektronlar musbat elektrodga, kovaklar esa manfiy elektrodga qarab yo'naladi. Ana shu ikki xil zaryadli zarrachalar ikki tipli yarimo'tkazgiching qo'shilgan chegarasida, ya'ni p-n o'tish chegarasida uchrashadi. Elektronlar kovaklar bilan uchrashib, rekombinatsiyalashadi va kvant nurlanishini hosil qiladi. Kvant nurlanishining energiyasi $E_g = h\nu$ ga teng [2].

Elektr maydoni ta'sirida energetik sohalarning siljishi kuzatiladi. Siljish qiymati elektr maydon potentsiali bilan bog'langan: $\Delta E = eU$, bu yerda e - elektron zaryadi, U - elektr maydon potentsiali. Yarimo'tkazgichning ikki tipi tomonga beriladigan tokning elektr maydoni ta'sirida p-n o'tish chegarasida "yopiladigan qatlam" hosil bo'ladi. Bu yopiladigan qatlamda inversion ko'chganlik hosil bo'ladi. Yarimo'tkazgichga elektr manbai ulaganda tashqi elektr maydoni ta'sirida yopiladigan qatlamda elektronlarni n-tipli yarimo'tkazgichning o'tkazish sohasidan va teshiklarni esa p-tipning valent sohasidan tortib chiqarib to'playdi. Shu paytda yopiladigan qatlamda elektron bilan teshik uchrashib rekombinatsiyalashish natijasida yorug'lik nurini chiqaradi. Shuni aytish lozimki, p-n o'tishli yarimo'tkazgich yaxlit monokristalldan tayyorlanadi va p-n o'tish shu monokristallning ichida hosil qilinadi. Yarimo'tkazgichli lazerlarning faol moddolari: GaAs, InAs, InSb.

Kuchli legirlangan p-n o'tishli yarimo'tkazgichlarning energetik sohalari va kvant nurlanish sxemasi:

a) Elektr maydon ta'siri bo'lmaganda sohalarning siljishi kuzatilmaydi. b) Elektr maydon ta'sirida sohalarning p-tip tomonga siljishi. d) Rekombinatsiya vaqtida yopiladigan qatlamdan kvant nurlanishi.

Bu faol moddalar rezonatorga joylansa, lazer nurlarini chiqaradi. Yarimo'tkazgich lazerida optik rezonator vazifasini yarimo'tkazgichli kristallning yon tomonlari bajaradi.

a) yarimo 'tkazgichli lazeming tuzilishi: 1-elektr toki beriladigan simning kontakti, 2-yarimo 'tkazgich kristali; b) damlash.

Damlash tokining GaAs lazeri generatsiyasining quyi chegarasidan ancha yuqori qiymatida nurlanish spektri $3,5 \text{ sm}^{-1}$ kenglikka ega.

Yarimo'tkazgichning temperaturasini o'zgartirish yo'li bilan ham tashqi bosim (ostida mexanik kuch ta'sirida), ham generatsiya chastotasini o'zgartirish imkoniyati mavjuddir [4]. Shunday qilib, yarimo'tkazgichlarning tarkibini, temperaturasini o'zgartirib va bosim ta'sirida generatsiya chastotasini (to'lqin uzunligini) uzluksiz o'zgartirish mumkin. Shu sababli, yarimo'tkazgich lazeri optoelektronikada, lazer printerida va spektroskopiyada keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

An'anaviy diodning anodasi ijobiy potentsialga ega bo'lganda, ular diyorning oldinga yo'naltirilganligi aytiladi. Bunday holda, n-mintaqasidagi elektronlar p-mintaqasiga AOK qilinadi va p-maydonidagi teshiklar yarim o'tkazgichning p-n o'tishiga n-mintaqasiga kiritiladi. Agar elektron va teshik "yaqin" bo'lsa (tunnel mumkin bo'lganda masofadan), ular ma'lum bir to'lqin uzunligi foton (energiya tejash tufayli) va fonon (momentumni saqlab qolish sababli, foton momentumni olib tashlaydi) shaklida energiyani chiqarish bilan birlashtirilishi mumkin. Ushbu jarayon spontan nurlanish deb ataladi va ledlarda nurlanishning asosiy manbai hisoblanadi [5].

Biroq, muayyan sharoitlarda, rekombinatsiyadan oldin elektron va kovak uzoq vaqt davomida (mikrosekundlarga qadar) bir sohada bo'lishi mumkin. Agar bu nuqtada istalgan (rezonans) chastotaning fotoni bu maydon orqali o'tadigan bo'lsa, u ikkinchi fotonning chiqarilishi bilan majburiy rekombinatsiyaga olib kelishi mumkin, uning yo'nalishi, polarizatsiya vektori va fazasi birinchi fotonning bir xil xususiyatlariga to'g'ri keladi.

Lazer diodlarining keng tarqalishi muayyan ilovalar uchun maxsus bo'lgan turli xil korpuslarga olib keldi. Bu masala bo'yicha rasmiy standartlar mavjud emas, lekin ba'zida yirik ishlab chiqaruvchilar korpuslarni birlashtirish bo'yicha bitimlar tuzadilar[3]. Bundan tashqari, mijozlar talablariga muvofiq radiatorlarni kesish bo'yicha xizmatlar mavjud, shuning uchun barcha turdagi binolarni ro'yxatga olish qiyin (miniBUT, miniDIL va

boshqalar). Xuddi shunday, tanish tanadagi kontaktlarni PIN qilish ham noyob bo'lishi mumkin, shuning uchun yangi ishlab chiqaruvchidan sotib olishdan oldin pinlarni tayinlash har doim tekshirilishi kerak. Bundan tashqari, tashqi ko'rinishni radiatsiya to'lqin uzunligi bilan bog'lamang, chunki amalda deyarli har qanday (ketma-ket) to'lqin uzunligi bilan radiator har qanday korpusga o'rnatilishi mumkin. Lazer modulining asosiy elementlari:

Lazer diodlar muhim elektron komponentlardir. Ular optik tolali aloqa liniyalarida boshqariladigan yorug'lik manbalari sifatida keng qo'llaniladi. Ular, shuningdek, lazer masofa o'lchagichlari kabi turli xil o'lchov uskunalarida ham qo'llaniladi. Yana bir keng tarqalgan foydalanish — shtrix o'qish. Lazer ko'rsatkichlari, kompyuter sichqonlari, odatda qizil va ba'zan yashil ko'rinadigan radiatsiya lazerlari. Infraqizil va qizil lazerlar-CD va DVD pleyerlarida. Binafsha lazerlar HD DVD va Blu-Ray qurilmalarida. Moviy lazerlar-yangi avlod proektorlarida ko'k nur manbai va yashil (ko'k nur ta'sirida maxsus kompozitsiyaning floresansidan olingan). Spektroskopiya uchun tez va arzon qurilmalarda yarim o'tkazgich lazerlarini qo'llash imkoniyatlari o'rganiladi.

CD-pleyerlar va shtrix-o'quvchilarda ishonchli yarim o'tkazgich lazerlari ishlab chiqilgunga qadar ishlab chiquvchilar kichik geliy-neon lazerlaridan foydalanishga majbur bo'ldilar.

Elektron nuqtai nazardan, lazer diodi odatiy diod bo'lib, ular keng tarqalgan. Asosiy optik xususiyat-chiqish optik quvvatining p-n o'tish orqali oqayotgan oqimga bog'liqligi. Shunday qilib, radiatsion diotning mutlaqo har qanday haydovchisining zarur qismi oqim manbai hisoblanadi. Oqim manbai funktsiyasi (oralig'i, barqarorligi, modulyatsiyasi va boshqalar) optik quvvat funktsiyasini to'g'ridan-to'g'ri belgilaydi. Faol sovutish bilan lazerlarda o'rtacha quvvat darajasini saqlab qolish bilan bir qatorda, haydovchi sovutgichni boshqarishni ta'minlashi kerak. Diod oqimi va sovutishni tizimli ravishda boshqarish bitta qurilma va ikkita alohida qurilma bo'lishi mumkin. Drayvning muhim xususiyati, shuningdek, qo'llab-quvvatlaydigan lazer diodli korpusning turi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Богданкевич О. В., Дарзбек С. А., Елисеев П. Г., Полупроводниковые лазеры, М., 1976
2. Кейси Х., Паниш М., Лазеры на гетероструктурах, пер. с англ., т. 1-2, М., 1981
3. Федоров Б.Ф. Лазеры. Основы устройства и применение М., 1988, 190 с.
4. Каримов И.Н., Носиров М.З., Эрматов Ш.А., Иброхимов М.Б. Лазерлар: кеча,бугун, эртага//Илмий хабарнома, АДУ, 2015, №4, 19-22 б.
5. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1988.