

O‘TA PANJARALI YARIMO‘TKAZGICHLARNING TABAQALANISHI (QISQACHA TAHLIL)

*ILYOSBEK NE‘MATOV RAVSHAN O‘G‘LI¹,
AHADJON TO‘XTARALIYEV SHAVKAT O‘G‘LI²*

¹Namangan to‘qimachilik sanoati instituti

***Annotatsiya.** Hozirgi kunda Yarimo‘tkazgichlar asosidagi kvant o‘ra, kvant ip va kvant nuqta kabi past o‘lchamli sistemalardagi elektron yoki kovaklar xossalari o‘rganish dolzarb masalalardan biridir. Yarimo‘tkazgichlar asosidagi nanotuzilmalar fizikasi – elektron xotira sturukturalar; tok tashuvchilarni boshqarish nanelementlari kabi eng dolzarb masalalarni o‘z ichiga olgan soha hisoblanadi.*

Respublikamizda hozirda fundamental tadqiqotlarni dolzarb ilmiy yo‘nalishlariga e‘tibor sezilarli darajada kuchaytirildi. Geterostrukturalar asosida yaratilayotgan quyosh fotoelementining effektivligini oshirish uchun fotoelement quvvatini, to‘ldirish faktorini, volt-amper xarakteristikasini va foydali ish koeffitsientini o‘rganish muxim rol o‘ynaydi. Yarimo‘tkazgichli strukturalarning dinamik xarakteristikalariga ya‘ni quvvat, VAX, to‘ldirish faktori va FIKlariga qizigan elektron va kovaklarning ta‘sirini o‘rganish, sirqish qarshiligi, baza qarshiliklari fotoelementni ishlash prinsipiga qanday ta‘sir o‘tkazishi, o‘ta yuqori chastotali to‘lqin ta‘sirida hamda yorug‘lik ta‘sir ettirilganda yarimo‘tkazgichli fotoelementdagi termodinamik muvozanat buzilishiga sabab bo‘luvchi termoelektr yurituvchi kuch, fotoelektr yurituvchi kuchlarnilarni qizigan elektron va kovaklarni rekombinatsiya va generatsiya toklari to‘yinish toklarini, fototoklarni o‘zgarishi natijasida fotoelementning quvvati kamayishi, to‘ldirish faktori, foydali ish koeffitsientlarini kamayishiga sabab bo‘lishi mumkin. p-n o‘tishli fotoelementning FIK oshirish uchun bularni e‘tiborga olish muhim masala hisoblanadi.

Kalit so'zlar. kvantlashgan o'ralar (quantumwells); kvantlashgan simlar (quantumwires va quantumwellwires yoki QWWs); kvantlashgan nuqtalar (quantumdots yoki QDs); o'ta panjaralar (superlattices yoki SLs); ikki yoki uch to'siqli rezonansli-tunnel strukturalar (double – and triple – barrier resonance – tunneling structures); ikkilangan kvantlashgan o'ralar (double quantumwell); antinuqtalar (antidots);

Ayni paytda yarim o'tkazgichli past o'lchamli tok tashuvchilar fizikasida nanofizikada, nanotexnologiyada, nanooptikada va hatto nanobiologiyada hamda nanotibbiyot (nanomeditsina)da aniq terminlar majmuasi (sistemi) vujudga keldi va mutaxassislar tomonidan erkin foydalanib kelmoqda.

Bu erda shuni qayd qilish o'rinliki, nanostrukturarning geometrik o'lchamlarini va nanob'ektlarning konstruksiyalarini avvaldan tanlab o'zgartirish imkonining mavjudligi, uning fizikaviy parametrlarini avvaldan kerakli tarzda o'zgartirish imkonini beradi.

O'ta panjarali yarim o'tkazgichlar deyilganda o'z kristall (davriy) potensialidan tashqari bir (yoki ikki, yoxud uch) o'lchamli, davri kristall panjarasidan sezilarli katta bo'lgan, «begona» potentsialli kristall tushuniladi. Birinchi bo'lib bunday holni nazariy jihatdan L.V.Keldish (1962 y.) asoslab bergandi.

L.V.Keldish tomonidan «begona» potentsialni kristallni davriy deformatsiyalovchi katta quvvatli, turg'un ultratovush yordamida olish taklif etilgan.

A.A. Kastalskiy tomonidan esa turg'un yorug'lik to'lqini yordamida ham «begona» potentsial olish mumkinligi ko'rsatib o'tilgan edi.

Kristall strukturasida begona potentsialni yana bir necha yo'llari bilan hosil qilish mumkin:

a) agar bu potentsial kimyoviy jihatdan ikki hil yarim o'tkazgichlarning davriy takrorlanib keluvchi yupqa qatlamlarni o'stirish yo'li bilan hosil qilinsa, u holda o'ta panjarali yarim o'tkazgichlar (O'PYAO') **kompozitsion O'PYAO'** deb yuritiladi;

b) agar bu potensialni legirlanish turini davriy o'zgartirish, masalan, keta- ket davriy takrorlanuvchi n -va r -turli gomogenli hajmiy yarim o'tkazgichlar hisobiga yuzaga kelsa, u holda bunday O'PYAO'larni **legirlangan O'PYAO'** deb nomlanadi

SHuni qayd etish ma'qulki, kompozitsion O'PYAO'lardan qatlamlar kimyoviy tarkibining davriy o'zgarishi bilan ta'qiqlangan zonalarining kengligi ham davriy o'zgarib boradi. SHu hisobiga «begona», qo'shimcha potensial hosil bo'ladi.

Legirlangan O'PYAO'larda ta'qiqlangan energiyaviy soha kengligi kristall bo'ylab o'zgarmas qolsa-da, ionlashgan aralashmalar yoyinki hajmiy (yuzaviy, chiziqli) davriy takrorlanuvchi zaryadlangan sohalardagi elektrostatik potensialning mavjudligi «begona», qo'shimcha potensialning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi.

Texnologiya nuqtai nazaridan kompozitsion va legirlangan O'PYAO'larni hosil qilish metodini 1970 y. YO'saki va Su berishdi. Ular asosan kompozitsion O'PYAO'lar qatlamlarini elektronning erkin yugurish yo'llidan kichik qilib tayyorlashni va bunday hollarda, sun'iy hosil qilingan «begona» potensialning ta'sirida hajmiy kristallning tabiatiga mos kelmaydigan kinetik xodisalarning kechishini o'qtirib o'tdilar.

1971 y. YU.A. Romanov tomonidan legirlangan O'PYAO'larning qator xususiyatlari batafsil o'rganilgan, jumladan, *nipi* – davriy kristallarning o'zlariga hos qator xususiyatlari birinchi bo'lib tahlil etilgan.

Ayni paytda atomlar toza sirtli kristallarni olish texnologiyaviy jarayonlar o'tkazish imkoni mavjud. Bu esa fizik tabiati oldindan kelishilgan O'PYAO'lar olish imkoni beradi. Masalan molekulyar-nurli epitaksiya usuli yordamida *GaAs-ALGaAs*, *InSb-GaSb* sistemalarda O'PYAO' o'stirilgan.

Odatda, o'stirilgan ko'pgina kompozitsion O'PYAO'larda qatlamlar qalinligi (bir necha yuz angstrom) elektronlarning erkin yugurish masofasiga nisbatan kichik tanlanganligi sababidan, qatlam sitriga tik yo'nalishda o'lchamli

kvantlashgan hodisasi sodir bo‘ladi. Bu yo‘nalishga tik qolgan ikki yo‘nalishda kristall o‘z xususiyatini saqlab qoladi.

Ayni vaqtda spinli O‘PYAO‘lar – magnitli va magnitsiz aralashmali yarim o‘tkazgich qatlamlarining ketma-ket davriy joylashgan to‘plami ham, shuningdek qutblangan O‘PYAO‘lar, ya’ni yuqori kristall indekslarga ega bo‘lgan sirtlar ham O‘PYAO‘ tabiatli bo‘lishi mumkin.

YAqinda $CdTe - Cd_{1-x}Mn_xTe$ asosida o‘stirilgan tizimda ham yarim - «begona» potensialni yuzaga keltirib O‘PYAO‘ olindi.

Al va Ga elementlarining valentligi va ionli radiuslari bir-biriga juda yaqin. SHu sababdan $GaAs$ kristalliga kiritilgan Al miqdoriga qarab potensial to‘siq balandligini ham tanlash mumkin.

$GaAs$ birikmasining ko‘pgina fizikaviy, kimyoviy va texnologiyaviy xususiyatlari qeng qamrovli tarzda o‘rganilganligi bois kelgusida, asosan, unga asoslangan O‘PYAO‘larga nisbatan tekshirish olib boramiz

XULOSA

Oxirgi yillarda yarim o‘tkazgichlar fizikasi va texnologiyasi shu darajada rivojlana bordiki, yarim o‘tkazgichlar fizikasining yangi – keng qamrovli sohasi- yarim o‘tkazgichli past o‘lchamli tok tashuvchilar fizikasi dunyoga keldi. Bu fan **nanofizika** deb yuritilmoqda. Bu soha nanostrukturalardagi tok tashuvchilar tizimining hamda ular ishtirokidagi jarayonlarning fizikaviy tabiati bilan shug‘ullanadi. Nanostrukturada tok tashuvchilarning harakati, hech bo‘lmasa, biror yo‘nalish bo‘yicha chegaralangan bo‘lib, o‘sha yo‘nalishda o‘zining blox tok tashuvchisi ekanini unutadi, ya’ni o‘sha (tanlangan) yo‘nalish bo‘yicha o‘lchamli kvantlashish sodir bo‘ladi. Bu yo‘nalishda tok tashuvchilarning nafaqat impulsi va energiyaviy spektri o‘lchamli kvantlashgan bo‘ladi, balki, uning samaraviy (effektiv) massasi o‘lchamli kvantlashadi. Bu esa tok tashuvchilar energiyaviy spektrining keskin o‘zgarishiga, bu, o‘z navbatida, yarim o‘tkazgichli past o‘lchamli strukturalarda qator fizikaviy hodisalarning keskin tabiatli bo‘lib qolishiga olib keladi. Ana shunday tabiatli fizikaviy jarayonlardan aqlli foydalanish tufayli, ayni paytda, nanonuqtalar va nanoo‘ralarga asoslangan yangi

tabiatli $\lambda > 5\mu m$ to'liqin uzunlikli infraqizil (IQ) sohada ishlovchi lazerlar hamda diskret kompyuterlar dunyoga keldi.

ADABIYOTLAR

1. Ивченко Е.Л., Расулов Р.Я. Симметрия и реальная зонная структура полупроводников. Ташкент. "Фан". 1989. -126. С
2. Бир Г.Л., Пикус Г.Е. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках. - М.: "Наука", 1972. - 584с.
3. Расулов Р.Я., Холитдинов Х. Гетеротузилмали яримутказгичларда фотогальваник ходисалар. Фар.ДУ. 1992.
4. SHik A.YA., Bakueva L.G., Musixin S.F., Rykov S. A. Fizika nizkorazmernih sistem. - SPb.: Nauka, 2001. 160 s.
5. G. Gulyamov, N.YU. SHaribaev. FTP, **45**, 178 (2011).