

KVANT ÇUXURUNA MALİK YARIMKEÇİRİCİ STRUKTURLARDA ZONADAXİLİ OPTİK KEÇİDLƏR

R.N.Ağayeva¹, İ.R.Qədirova
Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs

AlGaAs/GaAs/AlGaAs kvant çuxuruna malik yarımkeçirici strukturlarda keçiricilik zonasında elektronların altzonalararası keçidləri halında optik udulma öyrənilmişdir. Optik keçidlərin işıq polyarlaşmasından asılılığı və seçmə qaydaları müəyyən edilmişdir.

Bir sıra optoelektronika cihazlarının (fotodetektorların, kvant kaskadlı lazerlərin, modulyatorların və s.) işi yarımkeçirici strukturlarda yükdaşıyıcıların altzonalararası keçidlərinə əsaslanır.[1]

Tezliyi $\hbar\omega < E_g + E_{e1} + E_{h1}$ şərtini ödəyən işıq dalğası ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində yükdaşıyıcıların yalnız zonadaxili optik keçidləri mümkündür. Burada E_g -yarımkeçiricilərin qadağan olunmuş zolağının eni, E_{e1} və E_{h1} uyğun olaraq keçiricilik və valent zonasındakı ən aşağı enerji səviyyəsidir (birinci altzonaların minimumlarıdır).

Bu cür zonadaxili udulma zonalararası udulmadan fərqli olaraq düşən işıqın polyarlaşmasından asılıdır.

İşıq dalğası kvant çuxurunun iki ölçülü layına perpendikulyar istiqamətdə düşərsə onda \vec{E} elektrik sahəsinin intensivlik vektoru lay müstəvisinə paralel olur. Həmin müstəvidə elektronlar sərbəst hərəkət etdiyindən bu cür polyarlaşmaya malik işıq yalnız sərbəst yükdaşıyıcı tərəfindən udula bilər. Bu udulma mexanizmi yalnız yükdaşıyıcının səpilməsi nəticəsində mümkündür, udulma zəif olur və işıq tezliyindən monoton asılı olur.

Aşağıölçülü elektron sistemlərinin icazəli zonalarında ölçüyə görə kvantlanma nəticəsində altzonaların əmələ gəlməsi bu strukturlarda elektronların zonadaxili altzonalararası düz keçidləri ilə bağlı optik udulma mexanizmini yaradır.

Elektrik sahəsinin \vec{E} intensivlik vektoru kvant çuxurunun layına perpendikulyar olan işıq zonadaxili altzonalararası rezonans udulmaya səbəb olur: fotonun enerjisi altzonalararası enerji məsafələrinə bərabər olduqda keçid ehtimalının işıq tezliyindən asılılığı kəskin maksimumlara malik olur.

Bu udulma mexanizmi üçün seçmə qaydaları və udulmanın intensivliyi impuls operatorunun matris elementi ilə müəyyən olunur:

$$P_{mn} = -i\hbar \int \Psi_m^*(z) \frac{d\Psi_n(z)}{dz} dz$$

Burada $\Psi_n(z)$ -qurşayan funksiyalardır[2].

Simmetrik düzbucaqlı kvant çuxurunda elektron keçidləri cütlüyü fərqli olan (n -kvant ədədinin cütlüyü) altzonalar arasında mümkündür: $n=1 \rightarrow n=2,4,\dots$ keçidləri mümkündür, $n=1 \rightarrow n=3,5,\dots$ keçidləri qadağan olunmuş keçidlərdir.

İzotrop enerji spektrinə malik yarımkeçiricidə (məsələn n tip GaAs) \vec{E} vektoru kvant çuxuru layına perpendikulyar olduqda zonadaxili altzonalararası udulma spektri çox dar (ensiz) rezonans zolaqlardan ibarət olur. Kvant çuxurunda N sayda enerji səviyyələri (N sayda altzonalar) varsa və yalnız ən aşağı altzonada elektronlar yerləşirsə, onda udulma zolaqlarının sayı simmetrik kvant çuxurunda $N/2$ -nin tam hissəsi sayda olur.

¹ reshideaghayeva24@gmail.com

Kvant çuxurlu yarımkeçirici strukturların valent və keçiricilik zonaları daxilində baş verən altzonalarası optik keçidlərə uyğun dalğa uzunluğu spektrin infraqırmızı oblastına düşür.

Ədəbiyyat

1. А.В.Иконников и др. Генерация терагерцового излучения в многослойных квантово-каскадных гетероструктурах. Письма в ЖТФ, 2017, том 43, вып 7,86
2. С.И.Борисенко Физика полупроводниковых наноструктур.Издательство Томского политехнического унтверситета 2010,116 с.