

EFECTE FIZICE ÎN STRUCTURI CUANTICE

Autor: Viorica BURUIAN

Conducător științific: lect. sup. Anatol MITIOGLU

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În această lucrare se vorbește despre gropi cuantice și efectele ce se produc în aceste gropi. S-au studiat cele mai importante principii de formare a unei gropi cuantice și domeniile lor de utilizare.

Cuvinte cheie: groapa cuantică, superrețele.

Mișcarea electronilor în structurile semiconductoare microscopice se supun legilor mecanicii cuantice. Aceste structuri numite gropi, fire și puncte cuantice au devenit elementele de bază pentru noua generație de dispozitive electronice și optoelectronice.

Groapa cuantică (*quantum well*) poate fi realizată prin formarea a trei straturi semiconductoare (cu grosimi de ordinul nanometrilor), din două materiale distincte sau același material dopat diferit, având energiile benzilor interzise diferite astfel încât materialul cu banda interzisă mai mică (E_{g2}) să fie poziționat între două straturi cu BI mai mare (E_{g1}) (Fig. 1). Diferența $E_{g1} - E_{g2}$ joacă rol de barieră din teoria corpului solid. Dacă diferența este mare atunci structura se apropie de cazul ideal al gropii de potențial cu pereți infiniți. Cele două materiale trebuie să îndeplinească două condiții:

- să aibă aceeași structură cristalină;
- să aibă constante a rețelei foarte apropiate.

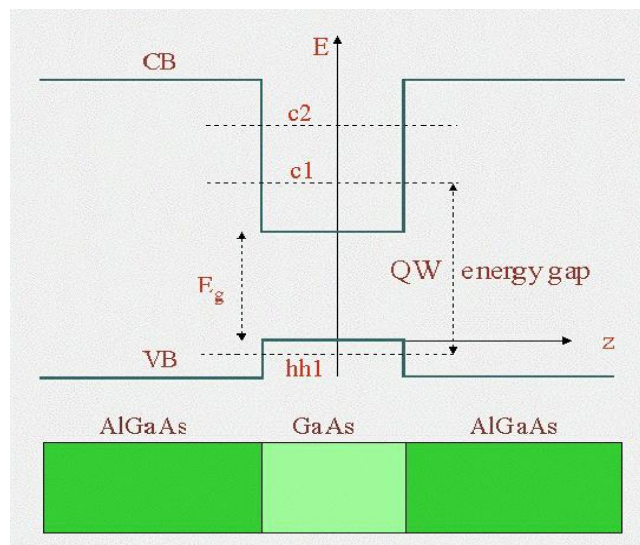


Figura 1. Imaginea unei gropi cuantice obținute în urma scanării cu un microscop ce folosește un fascicol cu electroni [1]

Dacă presupunem că o structură este formată dintr-un număr mare de gropi de potențial, alternând cu bariere (dintr-un material semiconductor cu bandă interzisă largă). În cazul unor bariere cu grosime L_b mare, stările electronice sunt aproximativ cele din gropile cuantice izolate și în regiunea barierei, tunelarea este foarte slabă, așa încât nu apare un cuplaj între gropi. Aceasta este o structură cu gropi cuantice multiple (MQW – multiple quantum wells).

În cazul barierelor subțiri care separă N gropi cuantice apare o extindere a funcțiilor de undă peste bariere, gropile cuantice sunt cuplate și – ca și în cazul cristalelor 3D – fiecare nivel energetic se despică în N subnivele care formează o minibandă. Această structură este cunoscută sub denumirea de *superrețea* și este reprezentată în figura 2.

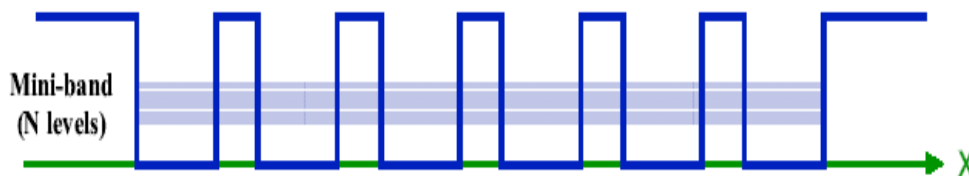


Figura 2. Nivelele energetice într-o superrețea [2]

Într-o serie de dispozitive semiconductoare ca, de exemplu, laserul cu semiconductori folosit în comunicațiile prin fibre optice, efectele cuantice sunt esențiale în funcționare. Dimensiunea unui astfel de dispozitiv electronic fiind de ordinul 100nm . Se demonstrează în fizica semiconductoarelor că energia potențială a unui electron în *GaAs* este puțin mai mică decât în *AlGaAs*, astfel că *GaAs* este o groapă de potențial pentru electroni. Pereții gropii de potențial fiind de înălțime egală cu energia potențială din *AlGaAs*. Ca rezultat al unei astfel de structuri, electronii sunt „captați” (prinși) în stratul de *GaAs*. Un astfel de dispozitiv se numește *laser cu groapă cuantică* (Fig. 3).

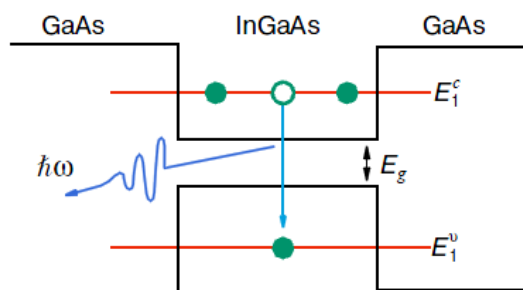


Figura 3. Diagrama energetică a laserului cu groapă cuantică [3]

Toți electronii captați într-o astfel de groapă cuantică au aceeași energie și densitatea de localizare este maximă în centrul gropii. Astfel de concentrație mare de electroni asigură îndeplinirea condiției de prag pentru funcționarea laserului. În ultimul timp în multe laboratoare din lume se lucrează asupra creării laserelor cu puncte cuantice pentru aplicații optoelectronice.

Bibliografie:

1. V. Dolocan, “*Structuri cuantice cu semiconductori*”, Ed. Universității din București – 1997.
2. M. A. Кастнер, *Искусственные атомы*, Phys. Today, pp. 24,1993.
3. V. Ya. Demikhovski, *Quantum well, wires and dots*, Соросовский образовательный журнал, №5, 1997.