

## Գ.Շ. ՇՄԱՎՈՆՅԱՆ

**ԵՐԿԿՈՂՄԱՆԻ ՈՒՂՂՈՐԴՎԱԾ ՆՈՐ ԵՐԵՎՈՒՅԹ  
ԿԻՍԱՀԱՂՈՐԴԱՅԻՆ ՕԳՏԻԿԱԿԱՆ ՈՒԺԵՂԱՐԱՐԻ ԹԵՔ  
ԱԼԻՔԱՏԱՐՈՒՄ**

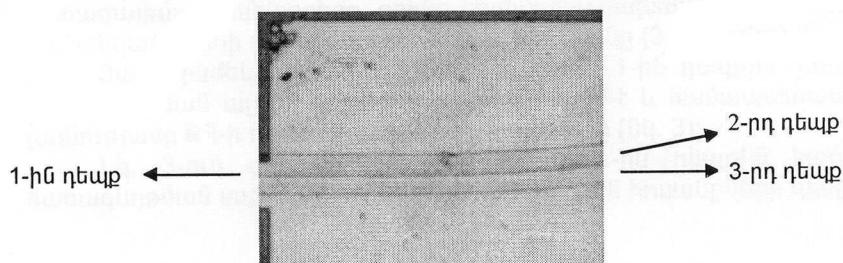
Ուսումնասիրվել է բազմակի ոչ հավասարաչափ քվանտային հորեր ունեցող կիսահաղորդչային օպտիկական ուժեղարարի թեք ալիքատարով անցնող լույսի օպտիկական ճանապարհի ազդեցությունը ճառագայթման սպեկտրերի վրա տարբեր ինժեկցիոն հոսանքների դեպքում: Հայտնաբերվել է նոր երկկողմանի ուղղորդված երևույթ. լայնաշերտ կիսահաղորդչային օպտիկական ուժեղարարի թեք ալիքատարով անցնող լույսի օպտիկական ճանապարհը մեծ ազդեցություն ունի կիսահաղորդչային օպտիկական ուժեղարարի ճառագայթման բնութագրերի վրա՝ ինքնակամ և հարկադրված ճառագայթումների շնորհիվ:

**Առանցքային բառեր.** կիսահաղորդչային օպտիկական ուժեղարար, բազմակի քվանտային հորեր, երկկողմանի ուղղորդված երևույթ, լայնաշերտ բնութագրեր:

Լայնաշերտ կիսահաղորդչային օպտիկական ուժեղարարները (ԿՕՈւ) որպես ուժեղացնող միջավայր կարող են կիրառվել օպտիկական մանրաթելային հաղորդակցությունում՝ համալարվող լազերներում, օպտիկական անջատիչներում և ալիքային փոխանջատիչներում: Լայնաշերտ ԿՕՈւ կարելի է ստանալ բազմակի քվանտային հորերի (ՔՀ) տեխնիկայի միջոցով՝ բազմաշերտ կիսահաղորդչային կառուցվածքներից ստեղծելով պոտենցիալային քվանտային հորերի համակարգ [1]:

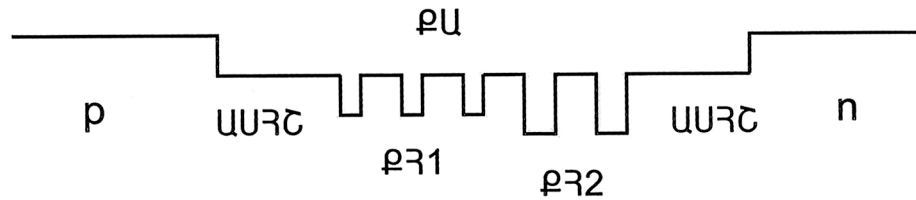
Աշխատանքում ցույց է տրվում, որ լայնաշերտ ԿՕՈւ-ի թեք ալիքատարով անցած լույսի օպտիկական ճանապարհը մեծ ազդեցություն ունի լայնաշերտ ԿՕՈւ-ի բնութագրերի վրա:

Բազմակի ՔՀ-եր ունեցող ԿՕՈւ-ները նախագծվել են բազմակի ՔՀ-երի տեխնիկայի միջոցով և պատրաստել մետաղ-օրգանական գոլորշու նստեցման եղանակով, իսկ ԿՕՈւ-ի թեք ալիքատարը՝ ռեակտիվ իոնային խաճատման եղանակով: ԿՕՈւ-ն ունի լայնաշերտ բնութագրեր [2-5]: ԿՕՈւ-ի երկարությունը և լայնությունը համապատասխանաբար հավասար են 500 մկմ-ի ու 300 մկմ-ի (նկ. 1): ԿՕՈւ-ի ալիքատարն ունի 200 մկմ թեքված մաս, իսկ երկարությունը և լայնությունը համապատասխանաբար հավասար են 500 մկմ-ի ու 5 մկմ-ի (նկ. 1): Նկ. 1-ում պատկերված է մանրադիտակով նկարահանված, թեք ալիքատար ունեցող ԿՕՈւ:



Նկ. 1  
454

ԿՕՈւ-ի քվանտային կառուցվածքն ունի հետևյալ դասավորությունը՝ 6,0 նմ լայնությամբ  $\text{In}_{0,67}\text{Ga}_{0,33}\text{As}_{0,72}\text{P}_{0,28}$  եռակի ՔՀ-երը (ՔՀ1) գտնվում են n ծածկության շերտին մոտ, իսկ 8,7 նմ լայնությամբ  $\text{In}_{0,53}\text{Ga}_{0,47}\text{As}$  երկակի ՔՀ-երը (ՔՀ2)՝ p-ծածկության շերտին մոտ (նկ. 2, աղ.): Նկ. 2-ում և աղ. 1-ում համապատասխանաբար բերված են թեք ալիքատար ունեցող ԿՕՈւ-ի ակտիվ շերտի քվանտային կառուցվածքը և պարամետրերը:



Աղյուսակ

Քվանտային կառուցվածք	Կիսահաղորդչային նյութ	ՔՀ-ի լայնություն, նմ	Անցման ալիքի երկարություն, նմ
ՔՀ1	$\text{In}_{0,67}\text{Ga}_{0,33}\text{As}_{0,72}\text{P}_{0,28}$	6,0	1300 և 1240
ՔՀ2	$\text{In}_{0,53}\text{Ga}_{0,47}\text{As}$	8,7	1550, 1460, 1180
ՔԱ	$\text{In}_{0,86}\text{Ga}_{0,14}\text{As}_{0,3}\text{P}_{0,7}$	15	
ԱՍՀՇ	$\text{In}_{0,86}\text{Ga}_{0,14}\text{As}_{0,3}\text{P}_{0,7}$	120	

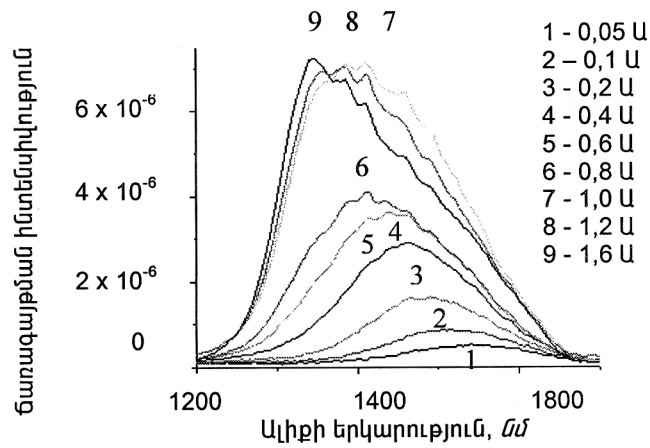
6,0 նմ և 8,7 նմ լայնությամբ ՔՀ-երը առանձնացված են 15 նմ լայնությամբ  $\text{In}_{0,86}\text{Ga}_{0,14}\text{As}_{0,3}\text{P}_{0,7}$  քվանտային արգելքներով (ՔԱ): 120 նմ լայնությամբ առանձնացված սահմանափակման հետերոանցում (ԱՍՀՇ) առաջանում է 6,0 նմ և 8,7 նմ լայնությամբ ՔՀ-երի միացման արդյունքում (նկ. 2): 6,0 նմ և 8,7 նմ լայնությամբ ՔՀ-երը համապատասխանաբար ունեն ենթաբնակի երեք՝ 1550 նմ, 1460 նմ և 1180 նմ երկու՝ 1300 նմ և 1240 նմ քվանտացված մակարդակներ (աղ. 1):

150 մՄ ինժեկցիոն հոսանքի դեպքում ԿՕՈւ-ի թեք ալիքատարով լույս անցնելիս ԿՕՈւ-ի օպտիկական ուժեղացումը և աղմուկը համապատասխանաբար կազմում են 28 Դբ և 7 Դբ:

ԿՕՈւ-ների ճառագայթման սպեկտրերը չափվել են թեք ալիքատարի ուղիղ (1-ին դեպք) և թեք (2-րդ դեպք) մասերից տարբեր ինժեկցիոն հոսանքների դեպքում (նկ. 1): Չափվել են նաև միևնույն ԿՕՈւ-ի թեք ալիքատարի թեք մասից ճառագայթման պեկտրերը, որոնք համապատասխանում են ԿՕՈւ-ի ալիքատարից արձակված լույսի ուղիղ տարածման ուղղությանը (3-րդ դեպք) (նկ. 1):

Ցածր ինժեկցիոն հոսանքների դեպքում 1-ին դեպքին համապատասխանող ճառագայթման ալիքի երկարությունը 1550 նմ է և համապատասխանում է 8,7 նմ լայնությամբ ՔՀ-ի  $n=1$  անցման ճառագայթմանը (նկ. 3):

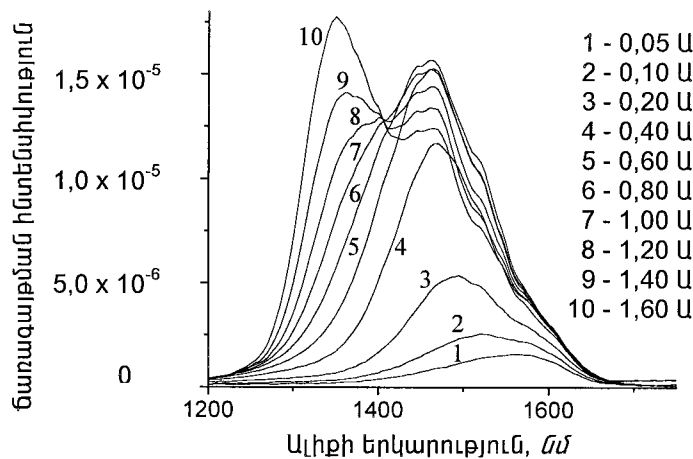
Նկ. 3-ում պատկերված են ԿՕՈւ-ի 1-ին դեպքին համապատասխանող ճառագայթման սպեկտրերը՝ տարբեր ինժեկցիոն հոսանքների դեպքում:



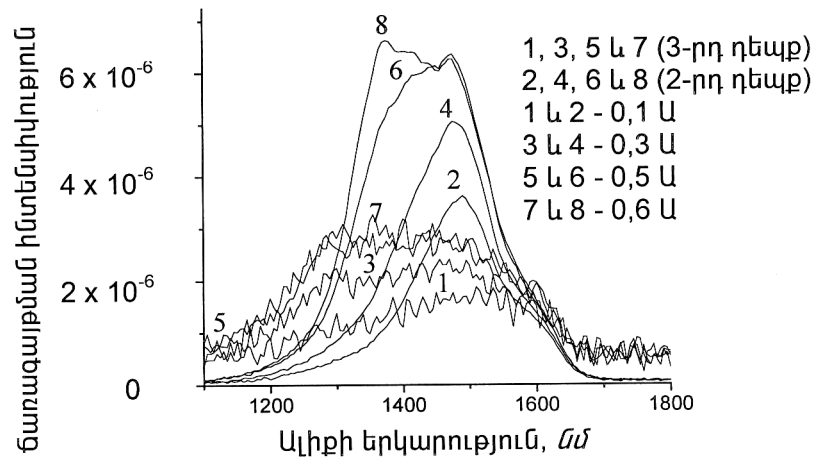
Նկ. 3

0,05 Ա ինժեկցիոն հոսանքի դեպքում սպեկտրի լայնությունը 180 նմ է: Ինժեկցիոն հոսանքի մեծացմանը զուգընթաց ճառագայթման սպեկտրը նախ լայնանում է ի հաշիվ 8,7 նմ լայնությամբ ՔՀ-ի n=1 և n=2 անցումների հարկադրված ճառագայթման, իսկ 0,8 Ա ինժեկցիոն հոսանքի դեպքում՝ նաև ի հաշիվ 6,0 նմ լայնությամբ ՔՀ-ի հարկադրված ճառագայթման: 1,2 Ա ինժեկցիոն հոսանքի դեպքում սպեկտրը ի հաշիվ 8,7 նմ և 6,0 նմ լայնությամբ ՔՀ-երի լայնանում է մինչև 235 նմ և միաժամանակ տեղաշարժվում դեպի կարճ ալիքներ:

Նկ. 4-ում պատկերված են ԿՕՈւ-ի 2-րդ դեպքին, իսկ նկ. 5-ում՝ 3-րդ և 2-րդ դեպքերին համապատասխանող ճառագայթման սպեկտրերը՝ տարբեր ինժեկցիոն հոսանքների դեպքում:



Նկ. 4

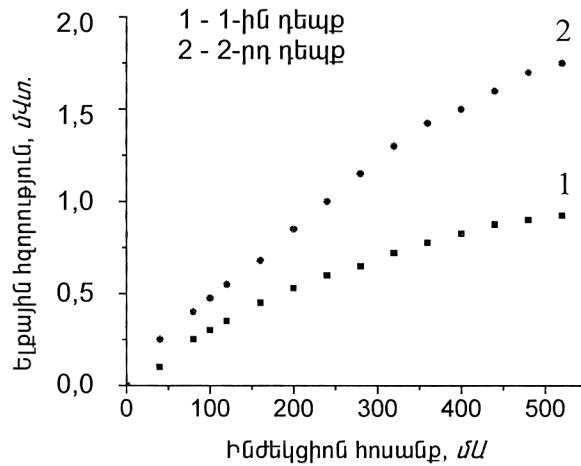


Նկ. 5

Ցածր ինտենսիվություն հոսանքների դեպքում 1-ին (նկ. 3) և 2-րդ (նկ. 4 և նկ. 5, կորեր 2, 4, 6 և 8) դեպքերին համապատասխանող ԿՕՈՒ-ների ճառագայթման սպեկտրերի վարքերն իրար նման են: 3-րդ դեպքին համապատասխանող ճառագայթման սպեկտրերը (նկ. 5, կորեր 1, 3, 5 և 7) տարբերվում են 1-ին և 2-րդ դեպքերի ճառագայթման սպեկտրերից, ավելի լայն են և ունեն համարյա հարթ հորիզոնական մաս: 3-րդ դեպքում ԿՕՈՒ-ից արձակված լույսի ինտենսիվությունը 10 անգամ փոքր է 1-ին և 2-րդ դեպքերի լույսի ինտենսիվությունից: Այդ պատճառով, 3-րդ (նկ. 5, կորեր 1, 3, 5 և 7) և 2-րդ (նկ. 5, կորեր 2, 4, 6 և 8) դեպքերի արդյունքները համեմատելու համար 3-րդ դեպքի արդյունքները մեծացվել են 10 անգամ և ներկայացվել միևնույն նկարում (նկ. 5):

Այսպիսով, փորձնական արդյունքները ցույց են տալիս, որ ԿՕՈՒ-ով անցնող լույսի օպտիկական ճանապարհը մեծ ազդեցություն ունի ճառագայթման սպեկտրերի վրա: Դա կարելի է բացատրել հետևյալ կերպ. ԿՕՈՒ-ի թեք ալիքատարով անցնող լույսը ալիքատարի թեքված մասում բաժանվում է երկու մասի. մի մասը դուրս է գալիս ալիքատարից (2-րդ դեպք), իսկ մյուս մասը, թեք ալիքատարի թեքված մասից դուրս գալով, ուղիղ գծով տարածվելով և ԿՕՈՒ-ում մասամբ կլանվելով դուրս է գալիս ԿՕՈՒ-ից (3-րդ դեպք): Ալիքատարի ուղիղ մասից (1-ին դեպք) արձակվող լույսը դուրս է գալիս ալիքատարի ուղիղ մասից՝ առանց բաժանվելու: Թեք ալիքատարի թեք մասից արձակված լույսի էլքային հզորությունը (նկ. 6, կոր 2) ավելի մեծ է, քան թեք ալիքատարի ուղիղ մասից արձակված լույսի էլքային հզորությունը (նկ. 6, կոր 1) տարբեր ինտենսիվությունների դեպքում: Բացի այդ, թեք ալիքատարի թեք մասից արձակված լույսի ինտենսիվությունը մեծ է ալիքատարի ուղիղ մասից արձակված լույսի ինտենսիվությունից (նկ. 5), քանի որ լույսը կլանվում է ԿՕՈՒ-ում: ԿՕՈՒ-ի ճառագայթման սպեկտրերի (նկ. 3, 4 և 5) տարբերությունը բացատրվում է ԿՕՈՒ-ի ինքնակամ և հարկադրված ճառագայթման տարբերությամբ, ընդ որում ԿՕՈՒ-ից արձակված լույսի 3-րդ դեպքին համապատասխանող ճառագայթումը հիմնականում ինքնակամ ճառագայթման արդյունք է: Այդ պատճառով, վերջին դեպքում ճառագայթված լույսի ինտենսիվությունը շատ փոքր է, սպեկտրը՝ լայն, իսկ ազդանշանը՝ աղմկոտ (նկ. 5, կորեր 1, 3, 5 և 7):

Նկ. 6-ում պատկերված են ԿՕՈւ-ի 1-ին և 2-րդ դեպքերին համապատասխանող ելքային հզորությունները տարբեր ինժեկցիոն հոսանքների դեպքում:



Նկ. 6

Այսպիսով, օգտագործելով բազմակի ՔՀ-երի տեխնիկան հաջողվեց պատրաստել լայնաշերտ ԿՕՈւ, որի արդյունքում հայտնաբերվեց երկկողմանի ուղղորդված նոր երևույթ [6, 7], այն է. լայնաշերտ ԿՕՈւ-ի թեք ալիքատարով անցնող լույսի օպտիկական ճանապարհը մեծ ազդեցություն ունի կիսահաղորդչային օպտիկական ուժեղարարի ճառագայթման բնութագրերի վրա՝ ինքնակամ և հարկադրված ճառագայթումների շնորհիվ:

Աշխատանքն իրականացվել է ՆԱՏՕ-ի FEL.RIG980772 վերամիավորման դրամաշնորհի շրջանակներում:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Semenov A.T., Shidlovski V.R., Safin S.A.** // Electron. Lett. – 1993. - V. 29. – P. 854 - 856.
2. **Lin C.-F., Wu B.-R., Laih L.-W., Shih T.-T.** // Opt. Lett. – 2001.- V. 26. - P. 1099 - 1102.
3. **Lin C.-F., Tsai C.-W., Chang Y.-C., Chen C.-H., Shmavonyan G.Sh., Su Y.-S.** Extremely broadband superluminescent diodes/Semiconductor Optical Amplifiers in Optical Communication band // SPIE Proceedings, San Jose, USA. – 2003. - V. 4989. – P. 69-77.
4. **Lin C.-F., Tsai C.-W., Chang Y.-C., Chen C.-H., Shmavonyan G.Sh., Su Y.-S.** Semiconductor lasers/optical amplifiers in optical communication band with very broadband property // IEEE Proceedings, Australia. – 2003. - P. 299 – 304.

5. **Tsai C.-W., Shmavonyan G.Sh. Lin C.-F.** Extremely broadband InGaAsP/InP superluminescent diodes // Proceedings of OPTO'2003, Taipei, Taiwan. - 2002. – P. 567-571.
6. **Shmavonyan G.Sh.** Bi-directional guided effect in a shallow-etched bending ridge waveguide // IOP Condensed Matter and Materials Physics Conference, Paper SOP. 105, Coventry, UK, April 4-7, 2004.- P.105.
7. **Shmavonyan G.Sh.** Novel bi-directional guided effect of lasing mode // APS Bulletin, Paper H39.008, Montreal, Quebec, Canada. - 2004.

ՀղճՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 17.05.2004:

**Г.Ш. ШМАВОНЯН**

**ДВУСТОРОННЕ НАПРАВЛЕННОЕ НОВОЕ ЯВЛЕНИЕ  
В КРИВОМ ВОЛНОВОДЕ  
ШИРОКОЗОННОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ОПТИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ**

Исследовано влияние оптического пути света на излучательных спектрах полупроводниковых оптических усилителей с кривым волноводом и неодинаковыми многочисленными квантовыми ямами при разных инжекционных токах. Обнаружено новое двусторонне направленное явление - оптический путь света, проходящего через кривой волновод широкозонного полупроводникового оптического усилителя, который сильно зависит от излучательных характеристик вследствие разных спонтанных и стимулированных излучений.

**G.SH. SHMAVONYAN**

**NOVEL BIDIRECTIONAL GUIDED EFFECT  
IN BENT-WAVEGUIDE OF BROADBAND SEMICONDUCTOR  
OPTICAL AMPLIFIER**

The influence of the optical path on emission spectra of bent-waveguide semiconductor optical amplifier with non-identical multiple quantum wells at different injection current levels is investigated. A new bidirectional guided effect has been discovered the optical path of light passing through bent waveguide of broadband semiconductor optical amplifier greatly influencing the emission characteristics due to different spontaneous and stimulated emissions.