

RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA MATHEMATICS AND MECHANICS

DOI: <https://doi.org/10.36719/2663-4619/104/49-53>

Billurə Hacıyeva
Naxçıvan Dövlət Universiteti
fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru
billurehaciyeva76@gmail.com

YARIMKEÇİRİCİ OPTİK KVANT GENERATORU VƏ ONUN ELEKTROENERGETİKA SİSTEMLƏRİNƏ TƏTBİQİ

Xülasə

Optik kvant generatorların köməyi ilə böyük intensivlikli nöqtəvi və ya müstəvi işıq mənbələri almaq mümkün olur. Elektrik enerjisi yarımkeçirici kvant generatorları vasitəsi ilə işıq enerjisinə çevrilir. Belə generatorların faydalı iş əmsalı çox böyük olmaqla yanaşı, özləri çox kiçik ölçüyə malikdir ki, bu da onun tətbiq imkanlarını artırır. Hesablamalardan belə məlum olmuşdur ki, işıq generatoru vasitəsi ilə yerə yaxın ulduzlarla rabitə yaratmaq mümkündür. Optik diapazonlu kvant generatorlarının ən mühüm tətbiqlərindən biri kosmik gəmilərə qədər məsafələrin ölçülməsi və onların sürətini təyin etməsidir. Optik kvant generatorlarının üstünlükləri onların geniş və hərəkətli tətbiq olunmasına imkan vermişdir. Qısa müddətdə fəal mühitləri müxtəlif təbiətə, xassəyə və imkana malik olan lazerlər yaranmışdır. Lazer kəşf olunandan bəri az vaxt ərzində çox geniş və böyük sürətlə texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiq olunmağa başladı. Lakin bu generatorlarda böyük sıxlığa malik enerjinin əldə edilməsi lazer şüalarının daha geniş tətbiqinə yol açdı.

Açar sözlər: yarımkeçirici, kvant elektronikasi, optik kvant, aktiv maddə

Billura Hacıyeva
Nakhchivan State University
Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics
billurehaciyeva76@gmail.com

Semiconductor optical quantum generator and its application to power systems

Abstract

With the help of optical quantum generators, it is possible to obtain high-intensity point or plane light sources. Electrical energy is converted into light energy by means of semiconductor quantum generators. Such generators have a very large efficiency and a very small size, which increases their application possibilities. From the calculations, it became known that it is possible to communicate with the stars close to the earth by means of a light generator. One of the most important applications of optical-band quantum generators is measuring distances to spacecraft and determining their speed. The advantages of optical quantum generators have allowed their wide and mobile application. In a short time, lasers with active media of different nature, properties and capabilities have been created. Since its discovery, the laser has been widely and widely used in various fields of technology in a short period of time. However, obtaining high energy density in these generators led to a wider application of laser beams.

Keywords: semiconductor, quantum electronics, optical quantum, active substance

Giriş

Elmin ən maraqlı sahələrindən biri olan kvant radiofizikası son zamanlar görkəmli nailiyyətlər qazanmışdır. Kvant elektronikasi cihazının iş prinsipində əsas məsələ mikrohissəciyin məcburi

şüalanmasıdır. Məlum olduğu kimi, işığın udulma və buraxılması arasıkəsilməz yox, ayrı-ayrı porsiyalarla, kvantlarla olur. Cismin üzərinə işıq saldıqda, atomlar fotonları udaraq “həyəcanlı” hala keçir. Müəyyən vaxtdan sonra həmin atom öz əvvəlki halına qayıdarkən aldığı enerjini şüa şəklində buraxır. Atomun həyəcanlı haldan əsas hala bu yolla keçməsi özbaşına keçid adlanır (Məmmədov, 1986, 1979). Digər tərəfdən, əgər yuxarı energetik səviyyədəki atoma özbaşına keçid zamanı buraxdığı enerjili fotonla təsir etsək, nəticədə, xarici fotona həyəcanlı atomun buraxdığı bir foton da əlavə olunacaq. Bu prosesin ən maraqlı və ən mühüm cəhəti odur ki, buraxılan dalğa onun aranmasına səbəb olan dalğa ilə eyni fazada olacaq ki, bu da yüksək monoxromatik şüaların alınması üçün əsas şərtidir. Aydın ki, başqa növ işıq mənbələrində monoxromatik şüa dəstəsi almaq mümkün deyil. Digər tərəfdən, bu generatorların köməyi ilə böyük intensivlikli nöqtəvi və ya müstəvi işıq mənbələri almaq mümkün olur. Belə koherent şüaları kiçik həcmə fokuslamaqla çox yüksək konsentrasiyalı enerji alınır ki, bunun da hədsiz dərəcədə böyük elmi və təcrübə əhəmiyyəti vardır. Elektromaqnit rəqslərinin dalğa diapozonu 10^{-11} sm-dən $3 \cdot 10^{10}$ sm-ə qədər olmaqla γ rentgen optik və radioşüalanma ayrılır (Vəliyev, Salayev, 1983). Kvant generatorları $3 \cdot 10^{10}$ sm-dən 10^{-6} sm-ə qədər aşağıdakı 3 dalğa diapozonunu əhatə edir.

1. *Ultrabənövşəyi diapozonda (50A-0,38mk) şüalanma.* Bu növ şüalanma molekulun fırlanma enerjisinin dəyişməsi nəticəsində yaranır. Bu mexanizmə əsaslanmış kvant qurğusu “mazer”, yəni mikrodalğaların şüalanma vasitəsi ilə gücləndirilməsi adlanır.

2. *Optik diapozonda şüalanma.* Bu diapozonda şüalanma atom elektronlarının enerjisinin dəyişməsi hesabına yaranır və “lazer” (yəni işığın məcburi şüalanma vasitəsi ilə gücləndirilməsi) adlanır.

3. *İnfraqırmızı diapozonda şüalanma.* Bu növ şüalanma molekul atomlarının rəqs enerjisinin dəyişməsi hesabına olur və “irazer” (yəni infraqırmızı dalğaların məcburi şüalanma vasitəsi ilə gücləndirilməsi) adlanır. Kristalın optik kvant generatorlarında yararlı olması üçün aşağıdakı şərtlər ödənməlidir:

- optik bircinslilik,
- flüoressensiya xəttinin eni kiçik,
- kvant çıxış işi çox,
- aşağı energetik səviyyəsi boş olmalıdır.

4-cü şərtin ödənilməsi mənfi temperaturu hal adlanır. Bu o deməkdir ki, müəyyən temperaturda yuxarı energetik səviyyədə olan hissəciklərin sayı aşağıdakından çoxdur. Mənfi temperaturu hal kvant generatorlarında mühüm rol oynadığı üçün bunun üzərində dayanmaq lazımdır (Axundov, Əliyev, 1966).

Bolsman paylanmasına görə, temperatur artdıqca yuxarı energetik səviyyədə olan hissəciklərin sayı da artır, yəni burada N_i enerjisi W_i olan i -ci səviyyədəki hissəciklərin sayı, K – bolsman sabiti, T – mütləq temperatur, N – isə əsas səviyyədəki hissəciklərin sayını göstərir. Bu münasibətlə T -nin istənilən müsbət qiymətlərində səviyyənin enerjisinin artması ilə hissəciklərin sayı azalır, yəni

$$W_m > W_n \text{ olduqda } N_m < N_n$$

olur. Bundan fərqli olaraq, sistemin qeyri-tarazlıq halında daha yuxarı səviyyədə olan hissəciklərin sayı aşağıdakı səviyyədəkindən çox ola bilər. Belə paylanmanın alınması üçün qeyri-rəsmi olsa da, yuxarıdakı düsturda T -ni mənfi qəbul etmək lazımdır. Beləliklə də, yuxarı energetik səviyyədəki hissəciklərin sayı aşağıdakı səviyyədən çox olan sistemlərin halı mənfi temperaturu hal adlanır. Deməli, müsbət və mənfi temperatur hallarındakı tezliyin $V = W_m - W_n / h$ elektromaqnit dalğası ilə olan qarşılıqlı təsirləri də fərqli olmalıdır. Belə ki, dalğa müsbət temperatura malik sistemdən keçərkən bu dalğanın enerjisi udulur, mənfi temperaturu sistemdən keçərkən buraxılır. Kvant generatorları üçün “aktiv maddə” kimi bəzi mayelər, qazlar və bərk cisimlərdən istifadə olunur (Tahirov, 1984).

Kristallik maddələrdən rubin, optik generatorlar üçün ən birinci “aktiv maddə” olaraq tətbiq olunmuşdur. Süni rubin müəyyən qədər alüminium atomlarının xrom atomları ilə əvəz edilmiş alü-

minium oksidindən ibarətdir. Rubinin rəngi xrom aşqarının miqdarı ilə müəyyən edilir. Məsələn, tərkibində 0,05 % xrom aşqarı olan açıq-çəhrayı, 0,5%-li isə qırmızı rəngdə olur (Dəvrişova, 2014). Çəhrayı rubindən hazırlanmış ilk lazerin otaq temperaturunda buraxdığı monoxromatik şüa dəstəsinin dalğa uzunluğu 6943 A, maye azot temperaturunda 6934 A və qırmızı rubinin maye azot temperaturunda buraxdığı monoxromatik şüa dəstəsinin dalğa uzunluğu isə 7009 A-dır. Kvant generatorlarında rubindən əlavə bir çox başqa kristal maddələr və şüşə növləri də tətbiq olunur.

Yarımkeçirici bir çox xassələrinə görə başqa növ bərk cisimlərdən fərqləndiyi üçün bunlardan hazırlanmış lazerlər də keyfiyyət və əhəmiyyətə bir-birindən fərqlənirlər. Lüminesent kristallara nisbətən yarımkeçiricilərin elektrik keçirməsinin çox qazlara nisbətən geniş şüalanma xəttinin olması böyük konsentrasiyalı aktiv hissəciklərin yaradılması mümkün olması, yarımkeçirici kristallara üstünlük verir. Elə bu xüsusiyyətlərinə görə də başqa növ kristallardan hazırlanmış lazerlərin faydalı iş əmsalı 1-2 % olduğu halda, yarımkeçirici lazerlərininki 100 % -ə yaxın alınə bilər (Məcidov, 2020).

Yarımkeçirici optik kvant generatorunun fizikası aşağıdakılardan ibarətdir. Bildiyimiz kimi, yarımkeçiricinin energetik spektri valent, keçirici və qadağan olunmuş energetik zolaqlara ayrılır. Elektron keçirici zolaqdan valent zolağa keçərkən elektronun dəşiklə rekombinasiyası zamanı enerji işıq şüalanması şəklində ayrılır (Zərbəliyev, 2008). Əgər yarımkeçiricidən p və n hissələri böyük konsentrasiyaya malik olan p-n keçid hazırlasaq, onda düz istiqamətdə keçən cərəyanın müəyyən qiymətindən başlayaraq şüalanma müşahidə edirik. P-n keçiddən keçən cərəyanın qiyməti kiçik olduqda, buraxılan şüanın intensivliyi az və qeyri-koherent olacaq. Keçən cərəyanın qiyməti müəyyən həddə çatdıqda, şüalanma koherent, spektr xəttinin eni kiçik və intensivliyi də böyük olacaq. Digər tərəfdən, koherent şüa almaq üçün hazırlanmış diodda p-n keçid müstəvi, yarımkeçirici kristal isə ciddi bircinsli olmalıdır. Yarımkeçirici kvant generatorunun başqa növ kvant generatorlarından fərqi təkcə onun xarici quruluşunda deyil, həm də kristalın həyəcanlandırma üsulundadır.

Elektrik enerjisi yarımkeçirici kvant generatorları vasitəsi ilə işıq enerjisinə çevrilir. Belə generatorların faydalı iş əmsalı çox böyük olmaqla yanaşı, özləri çox kiçik ölçüyə malikdir ki, bu da onun tətbiq imkanlarını artırır. Son zamanlar belə məlum olmuşdur ki, bircinsli yarımkeçiricidən də lazer hazırlamaq mümkündür. Optik bircinsli və mükəmməl kristallıq quruluşa malik bəzi yarımkeçiricilərin üzərinə sürətli elektron seli saldıqda, cərəyan sıxlığının müəyyən qiymətindən sonra buraxılan işığın, həqiqətən, koherent olduğu aşkar edilmişdir. Tədqiqatlar göstərir ki, optik diapozonda rabitə kanalı on minə qədər televiziya proqramı buraxmaq imkanına malikdir. Hesablamalardan belə məlum olmuşdur ki, işıq generatoru vasitəsi ilə yerə yaxın ulduzlarla rabitə yaratmaq mümkündür.

Monoxromatik lazer şüasının yaradılması iynənin diametri boyda dəqiq istiqamətlənmiş şüa dəstəsi almağa imkan verir. Belə mənbələrin yaratdığı temperatur günəş temperaturundan milyon dəfə çox olur (Qocayev, 1983).

Optik diapozonlu kvant generatorlarının ən mühüm tətbiqlərindən biri kosmik gəmilərə qədər məsafələrin ölçülməsi və onların sürətini təyin edir. Optik kvant generatorları rabitə və hərbi məqsədlərdən başqa elmin, texnikanın, tibbin, istehsalatın bir çox sahələrində tətbiq olunur. Lazerlərin tətbiqi vasitəsi ilə bir çox yeni uzunluq və vaxt ölçü standartları yaradılır. Tibbdə lazer şüası vasitəsi ilə canlı hüceyrənin çox cüzi hissəsini tikmək və yandırmaq mümkündür. Son vaxtlar ev dovşanı üzərində aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, lazer şüası vasitəsi ilə gözün selikli hissəsini tikmək olur. Deməli, lazer şüası gözün üzərinə düşdükdə, bəbəklər bir linza kimi şüanı fokuslayıb selikli qışaya salır və beləliklə də, lazımı hissəni tikmək olur. Dışın müalicəsi zamanı da lazer şüası böyük iş görür. Belə ki, nazik şüa dəstəsi vasitəsi ilə dişdə istənilən müalicə işlərinin ağrısız və qonşıl sağlamlar dişləri zədələmədən görmək olur (Landau, Lifşits, 2012).

Kvant generatorunun elektroenergetika sistemlərinə tətbiqi

Kvant radiofizikası son zamanlar texnikanın müxtəlif sahələrində xüsusi nailiyyətlər qazanmışdır. Optik kvant generatorlarının üstünlükləri onun geniş və hərəkətli tətbiq olunmasına imkan

vermişdir. Qısa müddətdə fəal mühitləri müxtəlif təbiətə, xassəyə və imkana malik olan lazerlər yaranmışdır.

Lazer kəşf olunandan bəri az vaxt ərzində çox geniş və böyük sürətlə texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiq olunmağa başladı. Lakin bu generatorlarda böyük sıxlığa malik enerjinin əldə edilməsi lazer şüalarının daha geniş tətbiqinə yol açdı (Paşayev, Həsənov, 2022).

Lazerlərin yaradılmasından sonra məlum oldu ki, keyfiyyətə rabitə kanalı daşıyıcı tezliyi 10^{14} - 10^{15} hers olan lazer şüalarının istifadə olunması rabitə xəttinin buraxma keyfiyyətini 4-5 dəfə artırmağa imkan verir. Işıq, o cümlədən ifrat qısa dalğaların imkanları tükənməzdir. Lazerlərin nöqsanı vardır. Onların generasiya etdikləri şüalanmanın tezlik zolağı kafə qədər geniş deyil (Vəliyev, Salayev, 1983).

Optik xəttin etibarlılığını artırmaq və atmosfer əngəllərini aradan qaldırmaqdan ötrü linzanın köməyi ilə daxilə fokuslanan və enerjini ötürmədən qaz kəməri borusundan istifadə etmək təklif olundu. Bu cür xətt, bəlkə də, həyata keçirilə bilərdi, lakin bu çox baha başa gəlirdi.

Geniş axtarışlar nəticəsində çıxış yolu tapıldı, müasir texnologiya diametri 100-150 mkm və hər kilometrə bir neçə desibel intensiv itkisi olan şüşə kvars sapları almağa imkan verir. Bu sapları işıqaparan adlandırırlar. Borularla kəmərlər arasında bir növ oxşarlıq var. Məlumdur ki, su və qaz borudan kənara çıxa bilməz. Çılpaq keçirici ilə gedən elektrik cərəyanı xaricə açılmaz, çünki hava cərəyan üçün izolyator olub, onun keçiricidən xaricə çıxmaması, mürəkkəb yollarla, müxtəlif istiqamətlərlə yollanması üçün nə etmək lazımdır?

Alimlər və mühəndislər bu məsələni də müvəffəqiyyətlə həll etdilər. Məlumdur ki, işıq həmin çubuqlar boyunca onun daxilində o tərəf bu tərəfə yayılır. Dəfələrlə tam daxili qayıtmaya məruz qalır və xaricə çıxmıdan borunun digər ucuna qədər gəlib çıxır. O, beyinə gedən sinir liflərini xatırladır. Ən yaxşı optik lifdən keçən işıq hər kilometrə intensivliyini 2-3 dəfə artırır. Bu axırının isə aviasiyada əhəmiyyəti çox böyükdür. Məsələn, böyük sərnişin laynerlərində mis məftilin əvəz olunması onların çəkisinin bir neçə ton azaldılmasına imkan verir (Murquzov, Abdurazaqov, Əliyev, 2017).

Hazırda işıqaparıdan texnikada və təbabətdə geniş istifadə olunur. Həkimlər mövcud endoskopik işıqaparıdan istifadə etməklə insan orqanizminin çətin görünən boşluqlarına, məsələn, qarın boşluğuna göz gəzdirə bilirlər. Əlbəttə, gələcəkdə işıqaparan borular daha geniş sahədə tətbiq olunacaq və beləliklə də, işıq sistemi ön plana keçəcəkdir.

Məlum olduğu kimi, lazerlərin tətbiqi iki müxtəlif istiqamətdə aparılır. Bunlardan biri lazerlə böyük intensivliyə alınması, digəri isə tezliyin yüksək olması ilə əlaqədardır. İmpuls rejimində işləyən lazer elə böyük intensivli lazer şüalanma verir ki, onunla insanların təsəvvürünü heyratə salan effektiv təcrübələr həyata keçirilir (İsgəndərov, Sadıqov, 2022).

Əlbəttə, bu təcrübələr hələ işin başlanğıcıdır. Meteoroloji şərait, duman, qar və s. atmosfer hadisələri hələlik buna təsir edir. Alimlərin fikrincə, bu problem tamamilə həll olunandan sonra dağların, meşələrin və zəmilərin üzərində şəbəkəli qüllələr yüksəldiləcək. Onların təpəsindən çıxan qırmızı, göy, narıncı, sarı rəngli iynə kimi iti şüalar axşamlar parlaq boyalarla göyü o tərəf bu tərəfə yayıb keçəcək, biz isə mavi ekranda hər şeyi öz rəngində görəcəyik (Məcidov, 2020).

Nəticə

Elektrotexnika sahəsini onun son zamanlarda inkişaf tapmış sahəsi olan kvant elektronikasında görmək olar. Həmin sahə əsrimizin bu sonuncu on ildə əldə edilmiş ən böyük kəşflərdən biridir. Kvant elektronikasını atom və molekulu məcburi şüalandırılması hesabına elektromaqnit rəqslərin gücləndirilməsi hadisəsinə əsaslanır. Kosmik əsrdə yaşadığımız bir vaxtda insan zəkası yerə yaxın kosmik fəzanı mükəmməl öyrəndikdən sonra günəş sistemi planetlərinə və daha uzaqlara nüfuz etməyə qadirdir. Günəş sistemindən daha uzaqlarda olan obyektlərə uçmaq üçün işıq sürəti ilə hərəkət edən kosmik gəmilər hazırlanması nəzərdə tutulur. Optik diaqnozlu çoxkanallı energetika sisteminin təşkili kosmik gəmilərlə, yerə yaxın ulduzlarla və s. bu kimi obyektlərlə əlaqə məsələləri izah olunmuşdur. Elmin ən maraqlı sahələrindən olan kvant radiofizikası son zamanlarda texnikanın müxtəlif sahələrində görkəmli nailiyyətlər qazanmışdır.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov, K. P. (1986, 1979). Optika və atom fizikası. Bakı: Marif.
2. Vəliyev, M. İ., Salayev, E. Y. (1983). Lazerlər. Bu günü və sabahı. Bakı: Elm.
3. Axundov, Q. A., Əliyev, M. H. (1966). Yarımkəçiricilər. Bakı: Azərnəşr.
4. Tahirov, V. A. (1984). Yarımkəçiricilər fizikasının əsasları. Bakı: Maarif, 320 s.
5. Dəvrişova, İ. N. (2014). Optoelektron və kvant cihazları və qurğuları. Bakı.
6. Məcidov, S. (2020). Elektronika-I. Bakı.
7. Zərbəliyev, M. M. (2008). Yarımkəçiricilər fizikası. Bakı: "Təhsil" NPM, 455 s.
8. Qocayev, N. M. (1983). Optika. Bakı: Maarif.
9. Landau, L. D., Lifşits, Y. M. (2012). Statistik fizika. Bakı: Elm, 472 s.
10. Paşayev, A. M., Həsənov, A. R., İsgəndərov, İ. Ə., Sadıqov, O. M. (2022). Optoelektron cihazlar və qurğular. Bakı.
11. Murquzov, M., Abdurazaqov, R., Əliyev, R. (2017). Fizika-10. Bakı: Bakınəşr, 208 s.
12. İsgəndərov, İ. Ə., Sadıqov, O. M. (2022). Optoelektron cihazlar və qurğular (laboratoriya praktikumu). Bakı.
13. Məcidov, S. (2020). Elektronika-II. Bakı.

Göndərilib: 09.06.2024

Qəbul edilib: 18.07.2024