



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55720

(13) A

(51) 7 H01S3/097

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГАЗОРОЗРЯДНИЙ СУБМІЛІМЕТРОВИЙ ЛАЗЕР

1

2

(21) 2002054235

(22) 23 05 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Дахов Микола Федорович, Кісельов Володимир Костянтинович, Купешов Євген Митрофанович, Радіонов Володимир Петрович

(73) ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
ІМ. О.Я. УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ

(57) 1 Газорозрядний субміліметровий лазер, що містить резонатор, джерело струму накачування, два циліндричні електроди збудження з повітряними радіаторами по їхній зовнішній поверхні, які герметично встановлені зовні діелектричної роз-

рядної трубки резонатора і внутрішні порожнини яких сполучені з внутрішньою порожниною розрядної трубки, який відрізняється тим, що циліндричні електроди збудження розташовані коаксіально розрядній трубці, в якій виконані отвори в зоні електродів

2 Лазер за п. 1, який відрізняється тим, що центри всіх отворів, виконаних у розрядній трубці, розташовані в одній осевій площині розрядної трубки резонатора

3 Лазер за п. 2, який відрізняється тим, що площина, в якій розташовані центри отворів розрядної трубки, паралельна оптичній осі анізотропного вивідного дзеркала резонатора

Даний винахід відноситься до лазерної техніки і може знайти застосування для створення газорозрядних лазерів з підвищеним ККД і надійністю, придатних для використання у фізичних і медичних дослідженнях.

Субміліметрові газорозрядні лазери застосовуються в різних фізичних дослідженнях. Останнім часом такі лазери знаходять застосування в біомедичних дослідженнях. При цьому до них пред'являються підвищені вимоги з надійності та екологічної безпеки.

Найбільш повно вимогам надійності і ККД відповідають лазери з зовнішніми електродами, в яких збудження газового розряду здійснюється крізь стінки розрядної трубки струмом високої частоти.

Відомий субміліметровий DCN-лазер з високочастотним накачуванням (Кубарев В.В., Куренский Е.А. Сверхмалошумящий мощный DCN-лазер с высокочастотной накачкой // Квантовая электроника, 1996, 23, №4 - С 311 - 314), у якому застосовані зовнішні циліндричні електроди збудження, які установлені зовні розрядної трубки. У цьому лазері розрядна трубка використовується як хвилевод, вона виконана суцільною без патрубків і отворів. Накачування лазера здійснюється струмом високої частоти крізь стінки розрядної трубки.

Перевагою такого лазера є підвищені надій-

ність, потужність і ККД, оскільки втрати в резонаторі хвилеводного типу малі, а надійність висока.

Недоліком є те, що накачування цього лазера можна здійснювати тільки струмом високої частоти, при цьому виникають потужні високочастотні поля, які створюють перешкоди в радіоапаратурі і можуть маскувати ефект від впливу лазерного випромінювання в біомедичних дослідженнях і це обмежує застосування такого лазера в медицині. Накачування такого лазера не можна здійснювати постійним і перемінним струмами низької частоти, що іноді потрібно в різних фізичних дослідженнях.

Прототипом є субміліметровий газорозрядний HCN лазер для біомедичних досліджень (Субміліметровий HCN лазер для биомедицинских исследований // Дахов Н.Ф., Кяменев Ю.Е., Киселев В.К., Купешов Е.М., Радіонов В.П. // Радиофизика и электроника - Харьков. Ин-т радиофизики и электроники НАН Украины, 1997, том 2, №2 - С 150 - 153), у якому використані циліндричні електроди збудження, герметично встановлені на скляних патрубках, впаяних у розрядну трубку. Внутрішня порожнина електродів контактує з активним середовищем і використовується для збудження газового розряду, а зовнішня поверхня має виступи і виконує функції повітряних радіаторів. Накачування лазера такої конструкції можна здійснювати струмом широкого діапазону частот - від постійно-

(13) A

(11) 55720

(19) UA

го струму до високочастотного

Перевагою такого лазера є можливість використання для накачування джерел струму будь-якої частоти, у тому числі таких, які не створюють радіоперешкод, що дозволяє використовувати лазер у біомедичних дослідженнях

Недоліком є малі ККД і надійність лазера, тому що енергія накачування не економно витрачається на збудження активної речовини в патрубках, яка у генерації не бере участь. Наявність патрубків знижує надійність розрядної трубки, оскільки місця спайки патрубків піддаються утворенню тріщин. Також місця впайки патрубків, вносять додаткові втрати в резонатор, оскільки в цих місцях розрядна трубка має нерівності

В основу винаходу поставляю задачу у газорозрядному субміліметровому лазері шляхом зниження втрат енергії накачування активного середовища та зниження втрат випромінювання в резонаторі забезпечити підвищення потужності ККД і надійності лазера

Поставлена задача вирішується таким чином у газорозрядному субміліметровому лазері, що містить резонатор, джерело струму накачування, два циліндричні електроди збудження з повітряними радіаторами по їхній зовнішній поверхні, які герметично встановлені зовні діелектричної розрядної трубки резонатора і внутрішні порожнини яких сполучені з внутрішньою порожниною розрядної трубки, циліндричні електроди збудження розташовані коаксіально розрядній трубці, в якій виконані отвори в зоні електродів. У тому випадку, якщо розрядна трубка лазера виконує функцію хвилеводу, а активна речовина лазера генерує лінійно поляризоване випромінювання, то всі центри отворів, виконаних у розрядній трубці, під обома електродами, мають бути розташовані в одній осевій площині розрядної трубки резонатора. Якщо, при цьому в лазері використовується анізотропне вивідне дзеркало то площа, в якій розташовані центри отворів розрядної трубки, повинна бути паралельна оптичній осі анізотропного вивідного дзеркала резонатора

Завдяки тому, що розрядна трубка виконана суцільною, без патрубків, надійність її досить висока і це підвищує надійність лазера. Оскільки відсутні патрубки, то відсутні втрати, обумовлені некорисним накачуванням активної речовини в патрубках і це підвищує ККД лазера. Отвори в розрядній трубці не додають істотних перешкод у резонатор хвилеводного типу, оскільки мають діаметр у кілька разів менший в порівнянні з діаметром резонатора і не мають нерівностей від пайки

Якщо в лазері розрядна трубка виконує функцію хвилеводу і використовується активне середовище, що має лінійну поляризацію випромінювання (наприклад у субміліметрових HCN і DCN лазерах) то центри отворів розрядної трубки розташовуються в одній площині, яка вміщує в себе весь резонатор. При цьому якщо вивідне дзеркало лазера анізотропне, тобто коефіцієнт пропускання дзеркала залежить від орієнтації площини поляризації випромінювання (у субміліметрових лазерах

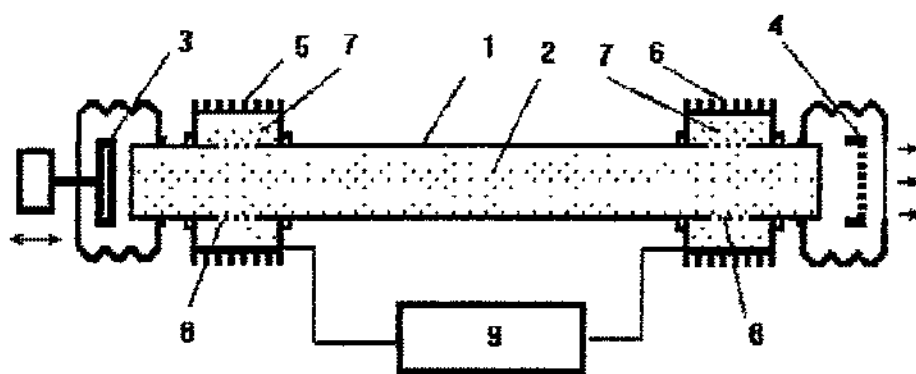
таким дзеркалом часто служать дріотові решітки), то площа, в якій розташовані центри отворів повинна бути паралельна, головній оптичній осі вивідного дзеркала (тобто перпендикулярна дріотинам решітки вивідного дзеркала). При такому взаємному розташуванні отворів і решітки втрати випромінювання у хвилеводному резонаторі - мінімальні. Якщо в таких лазерах використовується ізотропне вивідне дзеркало, тобто не чутливе до поляризації (дзеркало з отвором або двовимірною дротяною сіткою), то поляризація випромінювання автоматично установиться в площині найменших втрат, тобто перпендикулярно площині, в якій розташовані центри отворів у розрядній трубці. В обох випадках отвори практично не додають втрат у резонатор лазера і це підвищує потужність і ККД лазера

Сутність винаходу пояснюється ілюстрацією запропонованого лазера

Газорозрядний субміліметровий лазер містить розрядну трубку 1 з активною речовиною 2 і дзеркала 3 і 4, які утворюють резонатор. Електроди збудження 5, 6 установлені зовні розрядної трубки 1, коаксіально їй, із зазором між електродами і розрядною трубкою. Зазор 7 між електродами і розрядною трубкою загерметизовано по торцях електродів, а на зовнішній поверхні електродів виконані повітряні радіатори. Під електродами в стінках розрядної трубки виконані отвори 8. Якщо активне середовище лазера має лінійну поляризацію випромінювання, а розрядна трубка виконує функцію хвилеводу то центри всіх отворів розташовуються в одній площині, яка вміщує весь резонатор і ця площа паралельна головній оптичній осі вивідного дзеркала (якщо воно анізотропне). До електродів підключене джерело струму накачування 9

Лазер працює таким чином. Джерело струму накачування 9 створює на електродах 5, 6 високу напругу. При цьому між електродами 5, 6 крізь отвори 8 у стінках діелектричної розрядної трубки 1 і активну речовину 2 протікає струм, під дією якого активна речовина 2 переходить у збуджений стан. При відповідному налаштуванні дзеркал 3, 4 у резонаторі виникає лазерне випромінювання, що виводиться з резонатора через одне з дзеркал, яке виконане напівпрозорим. Зазор 7 між електродами і розрядною трубкою служить для зняття шкальних перегрівів електродів напроти отворів у розрядній трубці. Радіатор на зовнішній поверхні електрода сприяє інтенсивному охолодженню електрода і вакуумного ущільнення на його торцях, що особливо важливо при накачуванні лазера постійним струмом і струмом низької частоти

Запропонований винахід було випробувано на субміліметровому HCN лазері, що використовувався для проведення біомедичних досліджень у клінічних умовах. Потужність, надійність і ККД такого лазера вище, ніж у прототипі і відповідають параметрам лазера з високочастотним накачуванням, а універсальність накачування дозволяє застосовувати його як у медицині, так і в різних фізичних дослідженнях



Фиг.