



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **68990**

(13) **U**

(51) МПК

H01S 3/02 (2006.01)

H01S 3/094 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2011 05843**

(22) Дата подання заявки: **10.05.2011**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.04.2012**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.04.2012, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):

**Верещагін Валентин Леонідович (UA),
Коняхін Григорій Фатеївич (UA),
Мухін Володимир Васильович (UA)**

(73) Власник(и):

**ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.І.ВЕРНАДСЬКОГО,
пр. Академіка Вернадського, 4, м.
Сімферополь, АР Крим, 95007 (UA)**

(54) ЛАЗЕР З СОНЯЧНИМ НАКАЧУВАННЯМ АКТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

(57) Реферат:

Лазер з сонячним накачуванням активного середовища включає дзеркало, що відбиває джерело енергоживлення, кероване за допомогою системи запуску, і додатково містить два генератори оптичного випромінювання, два вихідних дзеркала. Генератори оптичного випромінювання сполучені з джерелом енергоживлення.

UA 68990 U

Корисна модель належить до квантової електроніки і може бути використана у верхніх шарах атмосфери і іоносфері для отримання і передачі енергії когерентного оптичного випромінювання.

Відомий лазер, що складається з активного середовища, розміщеного в об'ємі оптичного резонатора, систем енергоживлення, запуску і накачування [Прохоров А. М./ЖЭТФ, 1958 г., Т. 34. - С. 1658]. Резонатор лазера утворений двома дзеркалами, встановленими на відстані один від одного. Між дзеркалами розміщені елементи системи накачування (лампи-спалахи, електронний інжектор). Як активне середовище використовують гази (наприклад, суміш Ne-Ne) або тверді речовини (зокрема, рубін).

Недоліки таких лазерів є невисокий коефіцієнт корисної дії.

Відомі лазери із збудженням активного середовища за рахунок енергії зовнішніх джерел, наприклад, сонячної енергії [Голгер А. С. и др. "Лазеры с накачкой солнечным излучением" / квантовая электроника, 1984 г., - Т. 11. - № 2. - С. 233-257].

Недоліком таких лазерів є мала потужність випромінювання когерентного оптичного випромінювання.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є лазер [Патент США № 3808428, H04B9/00], що складається з двох дзеркал, встановлених в торцях порожнистої діелектричної камери циліндрової форми. Усередині камери міститься газоподібне робоче тіло, частинки якого під дією м'якого рентгенівського випромінювання сонця, переходять в збуджений стан (активне середовище). Лазер споживає від системи живлення невелику потужність - тільки при його включенні за допомогою системи запуску. Цей лазер використовується, переважно в умовах космічного простору, де для збудження активного середовища, розміщений в оптичному резонаторі, використовується короткохвильове сонячне випромінювання.

Недоліками відомого пристрою, вибраного як найближчий аналог, є мала потужність генерації когерентного оптичного випромінювання, порівняно низький коефіцієнт корисної дії (ККД), обмежені можливості його практичного застосування, трудність забезпечення його роботи в режимі імпульсного включення. Ці недоліки обумовлені зменшенням енергії квантів сонячного випромінювання при проходженні через стінку оптичного резонатора, обмеженого об'ємом активного середовища, необхідністю орієнтації до кутової стабілізації лазера щодо джерела накачування, неможливістю управління інтенсивністю накачування активного середовища.

У основу корисної моделі поставлена задача удосконалити лазер з сонячним накачуванням активного середовища шляхом ініціації процесу переходу збуджених частинок азоту з нестійких енергетичних рівнів на стійкі, що дозволяє підвищити потужність генерації когерентного оптичного випромінювання, і коефіцієнт корисної дії, розширити можливість практичного застосування лазера, забезпечити його роботу в режимі імпульсного включення.

Поставлена задача вирішується тим, що лазер з сонячним накачуванням активного середовища, що включає дзеркало, що відбиває джерело енергоживлення, кероване за допомогою системи запуску, згідно корисної моделі, додатково містить два генератори оптичного випромінювання з частотами f_1 і f_2 і керовані за допомогою системи запуску, два вихідних дзеркала, вмонтовані у відбивне дзеркало з оптичними осями, паралельними оптичній осі відбивного дзеркала, причому генератори оптичного випромінювання сполучені з джерелом енергоживлення, а генератор з частотою f_1 через лінію затримки управляється системою запуску. Введення двох генераторів оптичного випромінювання з частотами f_1 і f_2 і вихідних дзеркал, дозволяє підвищити потужність генерації когерентного оптичного випромінювання і коефіцієнт корисної дії, розширити можливість практичного застосування лазера, забезпечити його роботу в режимі імпульсного включення.

Пристрій містить (креслення), систему запуску 1, яка управляє включенням генератора оптичного випромінювання 2, що працює на частоті f_2 , а через лінію затримки 3 управляє включенням генератора оптичного випромінювання 4, що працює на частоті f_1 . Генератори 2 і 4 через вихідні дзеркала 5 і 6, вмонтовані у відбивне дзеркало 7, випромінюють оптичні сигнали в іоносферу 8, яка є активним середовищем. Генератори 2 і 4 живляться від джерела 9, який управляється системою запуску 1.

Пристрій працює таким чином. По команді від системи запуску 1 включається генератор оптичного випромінювання 2, що працює на частоті f_2 , а через лінію затримки 3 включається генератор оптичного сигналу 4 на частоті f_1 . Оптичний сигнал на частоті f_2 і оптичний сигнал, що запізнюється, на частоті f_1 виводяться за допомогою вихідних дзеркал 5 і 6, вмонтованих у відбивне дзеркало 7, в іоносферу 8, що грає роль активного середовища. В результаті дії

оптичного сигналу на частоті f_2 , що виробляється генератором 2, на активне середовище 8, вже збуджене сонячним випромінюванням, це середовище стає інверсне заселеним. Оптичний сигнал, що запізнюється, на частоті f_1 , що виробляється генератором 4, подібно до сигналу в підсилювачі, приводить до появи індукованого випромінювання в активному середовищі 8, що відображає дзеркало 7, служить для віддзеркалення виникаючого спонтанного випромінювання в заданому напрямі.

На висоті $H > 80$ км. потік ультрафіолету викликає багатофотонну іонізацію газу, тобто на цій висоті спостерігається помітне підвищення заселеності верхніх рівнів молекулярного азоту. Відомо, що молекулярний азот можна використовувати як активне середовище для створення лазера на електронно-коливальних переходах. Цей лазер генерує на висоті хвилі $\lambda = 3370 \text{ \AA}$.

Лазер, заснований на переході енергетичних рівнів молекули азоту, володіє надзвичайно високим коефіцієнтом посилення, означає і великим коефіцієнтом корисної дії. Приведемо оцінку цього коефіцієнта. Оскільки квант енергії генерації $\hbar\omega_1 \gg \hbar\omega_2$, то ККД буде рівний

$$\eta = \hbar\omega_1 / (\hbar\omega_1 + \hbar\omega_2) = 3370 / (3370 + 1000);$$

$$\lambda_1 = C / f_1 = C / 2\pi\omega_1 \approx 337 \text{ нм};$$

$$\lambda_2 = C / f_2 \approx 10,6 \text{ мкм}.$$

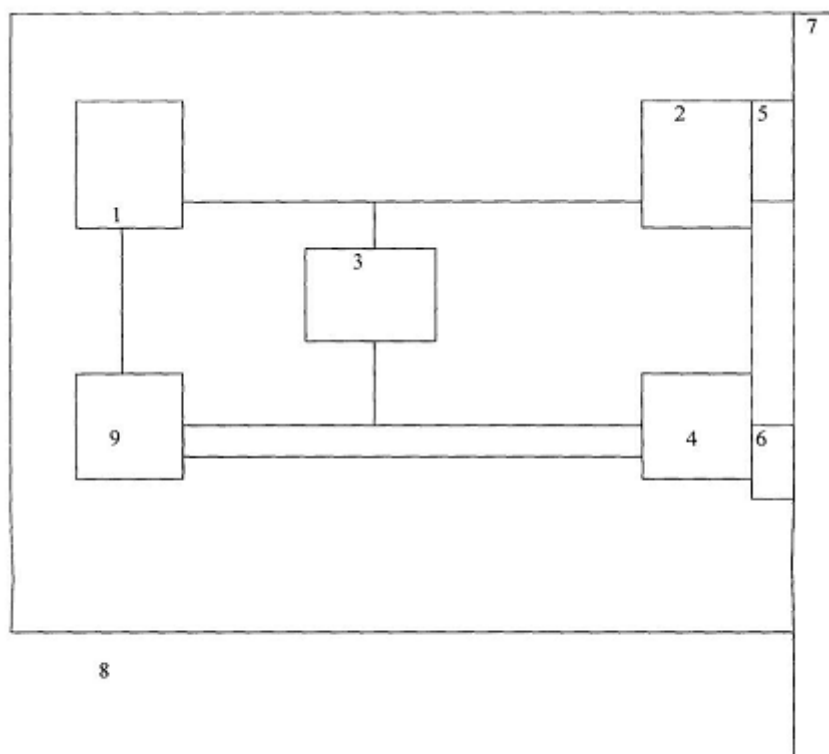
При електронному ударі відбувається з високою вірогідністю збудження щонайнижчий коливальний рівень збуджених електронних станів молекули азоту $\text{C}^3\text{П}_i$, а другий рівень збуджених електронних станів молекули азоту $\text{V}^3\text{П}_d$ заселяється із значно меншою вірогідністю. З іншого боку, оскільки час життя рівня $\text{C}^3\text{П}_i$ складає всього 40 нс, то й час життя інверсної області невелика. Це означає, що відразу за створенням інверсної області необхідно вводити сигнал від генератора, що працює на частоті f_1 ($\lambda_1 = 337 \text{ нм}$), щоб зібрати індуковане когерентне оптичне випромінювання активного середовища.

У іоносферній плазмі Землі на висотах > 60 км переважає молекулярний газ - азот. Молекула азоту завжди знаходиться в нерівноважному стані за рахунок потоку ультрафіолету від сонця, інтенсивність якого на цих висотах висока (до 9 %). Рівень $\text{V}^3\text{П}_d$ заселяється в основному за рахунок ультрафіолету сонця. Тому рівень $\text{C}^3\text{П}_i$ виявляється з самого початку більш заселеним, ніж $\text{V}^3\text{П}_d$. Кількість молекул в 1 см^3 , що знаходяться у збудженому стані $\text{C}^3\text{П}_i$, значно більше, чим в не збудженому, для того, щоб цю енергію зібрати, необхідне направлене когерентне випромінювання з $\lambda = 337,0 \text{ нм}$. Індуковане випромінювання молекул азоту на довжині хвилі 337,0 нм буде монохроматичним і високо спрямованим, оскільки N-лазер є понадлюмінесцентним.

Пристрій забезпечує підвищення потужності генерації когерентного оптичного випромінювання і коефіцієнта корисної дії, розширює можливість практичного застосування лазера, забезпечує його роботу в режимі імпульсного включення.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Лазер з сонячним накачуванням активного середовища, який включає дзеркало, що відбиває джерело енергоживлення, кероване за допомогою системи запуску, який **відрізняється** тим, що додатково містить два генератори оптичного випромінювання з частотами f_1 і f_2 , керовані за допомогою системи запуску, два вихідних дзеркала, вмонтованих у відбивне дзеркало з оптичними осями, паралельними оптичній осі відбивного дзеркала, причому генератори оптичного випромінювання сполучені з джерелом енергоживлення, а генератор з частотою f_1 через лінію затримки керується системою запуску.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601