УКРАЇНА (19) UA (11) 103034 (13) U

(51) МПК
H01S 3/30 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 06360**

(22) Дата подання заявки: **26.06.2015**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.11.2015**

(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.11.2015, Бюл.№ 22**

(72) Винахідник(и):
Безносенко Ігор Валерійович (UA),
Мачехін Юрій Павлович (UA)

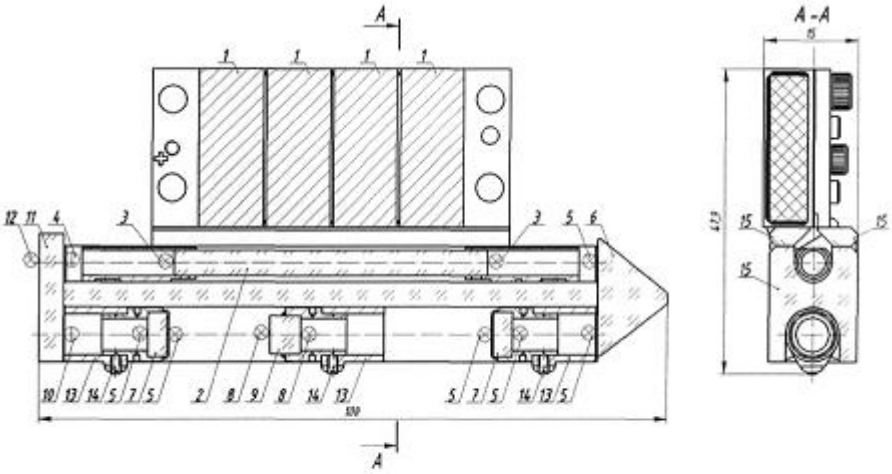
(73) Власник(и):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,
пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)

(54) ІМПУЛЬСНИЙ КОМПАКТНИЙ ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ ТВЕРДОТІЛЬНИЙ ЛАЗЕР З ПЕРЕТВОРЕННЯМ ДОВЖИНИ ХВИЛІ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВИМУШЕНОМУ КОМБІНАЦІЙНОМУ РОЗСІЯННІ

(57) Реферат:

Імпульсний твердотільний лазер з перетворенням довжини хвилі випромінювання на вимушеному комбінаційному розсіюванні містить оптичний резонатор, всередині якого встановлені кристалічний активний елемент і модулятор добротності. Активний елемент виготовлений з матеріалу, який перетворює генеровану на робочому переході довжину хвилі випромінювання в стоксові компоненти. Резонатор утворений глухим дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента, і вихідним дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання, генероване на довжині хвилі робочого переходу активного елемента, частково пропускає випромінювання на довжині хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента і другій стоксовій компоненті. Модулятор добротності виготовлений на основі електрооптичного елемента і поляризатора або на основі фільтра, що насичується, з часом релаксації, який перевищує більш, ніж на порядок, час обходу резонатора, і який максимально пропускає випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти. Для накачки активного елемента введено лінійки лазерних діодів з довжинами хвиль випромінювання, які ефективно поглинаються активаторами активного елемента, а також введено дифузні відбивачі випромінювання цієї накачки.

UA 103034 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до лазерної техніки, а саме до імпульсних твердотільних лазерів, працюючих в режимі модуляції добротності резонатора, і може бути використана для отримання потужних імпульсів лазерного випромінювання в наносекундному діапазоні тривалості імпульсів в ближньому інфрачервоному, у тому числі в безпечному для людського ока, спектральному діапазоні, для цілей нелінійної оптики, лазерної далекометрії, екологічного моніторингу навколишнього середовища, в засобах дистанційного керування, волоконних лініях зв'язку, медичному устаткуванні і т.д.

Відомий лазер на вимушеному комбінаційному розсіянні (пат. Російська Федерація № 2292103, МПК H01S 3/30, публ. 20.01.2007 р.), який містить джерело випромінювання накачки, наприклад лазер, фокусуючу систему і активне середовище з властивостями вимушеного комбінаційного розсіювання (ВКР-активне середовище), поміщене між вхідним і вихідним дзеркалами резонатора. Вхідне дзеркало має максимальне пропускання на довжині хвилі випромінювання накачки і максимальне відбиття на довжині хвилі випромінювання першої стоксової компоненти. Вихідне дзеркало має оптимальне відбиття на цій довжині хвилі. ВКР-активне середовище являється суцільним, оптично однорідним і може являти собою, наприклад, кристал нітрату барію, $KGd(WO_4)_2$, $BaWO_4$, $KY(WO_4)_2$, $KYb(WO_4)_2$, VYO_4. ВКР-активне середовище може також являти собою напівпровідниковий кристал, наприклад, кристал кремнію. ВКР-активне середовище може являти собою також газ (наприклад, водень) або рідину (наприклад, нітробензол), поміщений у відповідну кювету.

Недоліком відомої конструкції є мала ефективність через позарезонаторну повздовжню систему накачки стоксової компоненти, яка забезпечує неоднорідну накачку, що викликає теплові ефекти в активному середовищі, або має значні втрати енергії накачки через однопрохідність або двопрохідність випромінювання накачки.

Найбільш близьким за сукупністю ознак є імпульсний твердотільний лазер з перетворенням довжини хвилі випромінювання на вимушеному комбінаційному розсіюванні (пат. Російська Федерація № 2115983, МПК H01S 3/30, публ. 20.07.1998 р.), який містить оптичний резонатор, всередині якого встановлені кристалічний активний елемент і модулятор добротності, активний елемент виготовлений з матеріалу, який перетворює генеровану на робочому переході довжину хвилі випромінювання в стоксові компоненти, резонатор утворений глухим дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента, і вихідним дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання, генероване на довжині хвилі робочого переходу активного елемента, частково пропускає випромінювання на довжині хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента і другій стоксовій компоненті, модулятор добротності виготовлений на основі електрооптичного елемента і поляризатора або на основі фільтра, що насичується, з часом релаксації, який перевищує більш ніж на порядок час обходу резонатора, і який максимально пропускає випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти, для накачка активного елемента введено газорозрядну лампу, а також введено дзеркальний відбивач випромінювання цієї накачки.

Недоліками відомої конструкції є мала ефективність через неефективну систему накачки активного елемента і можливі теплові ефекти в активному елементі через використання газорозрядної лампи для його накачки і неоднорідна накачка активного елемента через використання дзеркального відбивача випромінювання цієї накачки.

В основу корисної моделі поставлена задача збільшення ефективності за рахунок однорідності накачки активного елемента, що підвищує коефіцієнт корисної дії (ККД) імпульсного твердотільного лазера з перетворенням довжини хвилі випромінювання на вимушеному комбінаційному розсіюванні і дозволяє уникнути теплових ефектів в активному елементі при значних потужностях його накачки або високих частотах генерації лазерних імпульсів.

Поставлена задача вирішена наступним чином. В імпульсний твердотільний лазер з перетворенням довжини хвилі випромінювання на вимушеному комбінаційному розсіюванні, який містить оптичний резонатор, всередині якого встановлені кристалічний активний елемент і модулятор добротності, активний елемент, виготовлений з матеріалу, який перетворює генеровану на робочому переході довжину хвилі випромінювання в стоксові компоненти, резонатор, утворений глухим дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента, і вихідним дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання, генероване на довжині хвилі робочого переходу активного

елемента, частково пропускає випромінювання на довжині хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента і другій стоксовій компоненті, модулятор добротності виготовлений на основі електрооптичного елемента і поляризатора або на основі фільтра, що насичується, з часом релаксації, який перевищує більш, ніж на порядок, час обходу резонатора, і який максимально пропускає випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти, згідно з корисною моделлю, для накачки активного елемента введено лінійки лазерних діодів з довжинами хвиль випромінювання, які ефективно поглинаються активаторами активного елемента, а також введено дифузні відбивачі випромінювання цієї накачки.

На фіг. 1 наведена конструкція пристрою (вигляд збоку).

На фіг. 2 наведена оптична схема пристрою.

Імпульсний компактний високоефективний твердотільний лазер з перетворенням довжини хвилі випромінювання на вимушеному комбінаційному розсіянні (фіг. 1) генерує імпульсне випромінювання на довжині хвилі 1,531 мкм, безпечне для людського ока. Як активний елемент 2 використовується елемент з кристала плюмбум молібдату з неодимом $PbMoO_4:Nd^{3+}$ з діаметром 4 мм і з довжиною 50 мм, вирізаний по осі (010). Довжина хвилі робочого переходу дорівнює 1,351 мкм. Частотний зсув дорівнює 871 $см^{-1}$ і, відповідно, довжина хвилі першої стоксової компоненти дорівнює 1,531 мкм. Резонатор утворений дзеркалами з наступними параметрами:

а) глухе дзеркало 10 має коефіцієнти відбиття, рівні 99,7 % на довжинах хвиль 1,351 мкм і 1,531 мкм;

б) вихідне дзеркало 4 має коефіцієнти відбиття, рівні 99,8 % і 54,2 % на довжинах хвиль 1,351 мкм і 1,531 мкм, відповідно.

Модуляція добротності здійснюється пасивним лазерним затвором 9 з початковим пропусканням, рівним 50 % на довжині хвилі 1,351 мкм, виготовленим з кристала алюмо-ітрієвого гранату з ванадієм $YAG:V^{3+}$, вирощеного в напрямку [100] і вирізаного так, щоб оптична вісь затвора (вісь обертання) була перпендикулярна кристалографічній площині (100). Активний елемент поміщений між дифузними відбивачами 15 з молочного скла і накачується чотирма лінійками лазерних діодів 1 потужністю по 100 Вт кожна. Даний твердотільний лазер включає призму повного внутрішнього відбиття 6 для зменшення габаритів конструкції і юстувальні клини 7. На торці активного елемента нанесене просвітлювальне покриття 3. На торці призми повного внутрішнього відбиття і юстувальних клинів нанесене просвітлювальне покриття 5. На торці пасивного лазерного затвора нанесене просвітлювальне покриття 8. На зовнішній торець скляної пластинки 11, на внутрішній торець якої нанесені дзеркала, нанесене просвітлювальне покриття 12. Даний твердотільний лазер містить втулки 13, в яких можна обертати юстувальні клини і пасивний лазерний затвор для отримання стабільної лазерної генерації високої потужності. Ці втулки фіксуються фіксаторами 14.

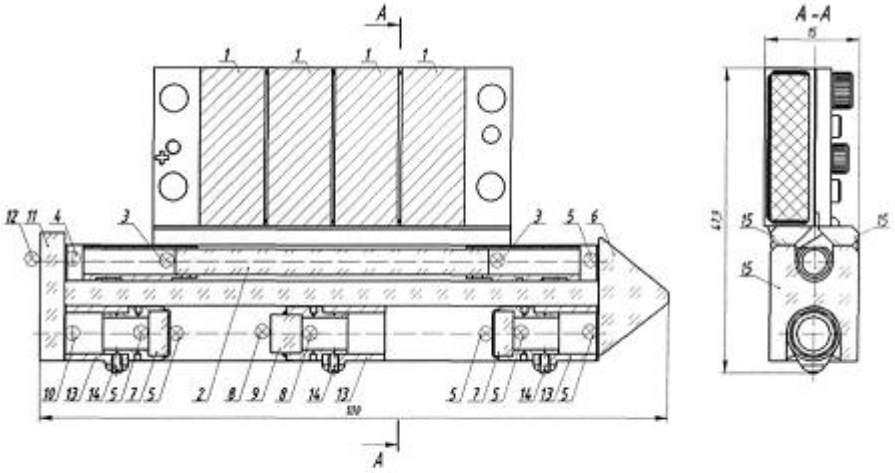
Пристрій працює наступним чином: лінійки лазерних діодів 1 накачують своїм випромінюванням з довжиною хвилі 808 нм, яка ефективно поглинається іонами неодиму, активний елемент 2. При цьому частина випромінювання лінійок лазерних діодів 1, яка пройшла крізь активний елемент 2 і не поглинулася іонами неодиму або відбилася від його поверхні, відбивається від дифузних відбивачів 15 назад в активний елемент 2 і накачує його. В результаті цієї накачки іони неодиму в активному елементі 2 збуджуються і починають випромінювати імпульсне лазерне випромінювання з довжиною хвилі 1,351 мкм в результаті модуляції добротності пасивним лазерним затвором 9. Це випромінювання розсіюється зі зміною довжини хвилі на 1,531 мкм при багаторазовому проходженні через активний елемент 2, оскільки активний елемент 2 одночасно являється комбінаційно-активним середовищем. У резонаторі це випромінювання підсилюється і, таким чином, пристрій генерує імпульсне лазерне випромінювання з довжиною хвилі 1,531 мкм.

Таким чином, досягнуто підвищення ефективності системи накачки.

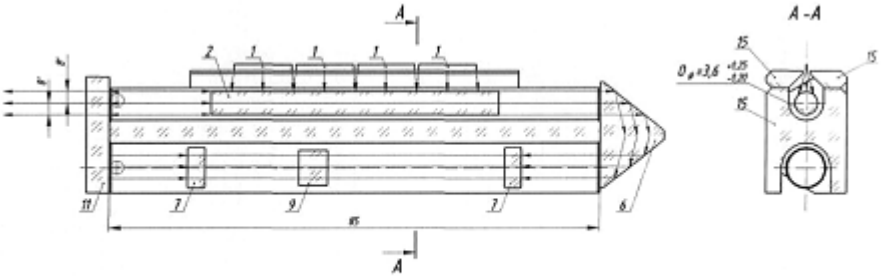
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Імпульсний твердотільний лазер з перетворенням довжини хвилі випромінювання на вимушеному комбінаційному розсіюванні, що містить оптичний резонатор, всередині якого встановлені кристалічний активний елемент і модулятор добротності, активний елемент, виготовлений з матеріалу, який перетворює генеровану на робочому переході довжину хвилі випромінювання в стоксові компоненти, резонатор, утворений глухим дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам

активного елемента, і вихідним дзеркалом, яке повністю відбиває випромінювання, генероване на довжині хвилі робочого переходу активного елемента, частково пропускає випромінювання на довжині хвилі першої стоксової компоненти і максимально пропускає випромінювання з довжинами хвиль, які відповідають неробочим переходам активного елемента і другій стоксовій компоненті, модулятор добротності, виготовлений на основі електрооптичного елемента і поляризатора або на основі фільтра, що насичується, з часом релаксації, який перевищує більш, ніж на порядок, час обходу резонатора, і який максимально пропускає випромінювання з довжиною хвилі першої стоксової компоненти, який **відрізняється** тим, що для накачки активного елемента введено лінійки лазерних діодів з довжинами хвиль випромінювання, які ефективно поглинаються активаторами активного елемента, а також введено дифузні відбивачі випромінювання цієї накачки.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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

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