Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0211U000426

Державний реєстраційний номер: 0111U002104

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-02-2011

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Теоретичне дослідження граничних характеристик атомних стандартів частоти на основі резонансів когерентного полонення населеностей.

Початок етапу: 05.2009

Закінчення етапу: 12.2010

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 525-12-20_____

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України "Київський Політехнічний Інститут"

Код за ЄДРПОУ: 00027677

Місцезнаходження: пр. Перемоги 37, м. Київ, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 0442048428

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 5031050

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 99

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Теоретичне дослідження граничних характеристик атомних стандартів частоти на основі резонансів когерентного полонення населеностей.

Назва роботи англійською:

Theoretical investigations of ultimate characteristics of atomic frequency standards based on coherent population trapping.

Реферат українською:

Мета роботи: побудова моделі атомного стандарту частоти, в якому для стабілізації частоти використовуються резонанси когерентного полонення населеностей (КПН) при взаємодії біхроматичного та поліхроматичного лазерного поля з атомами. Об'єкт дослідження: атоми в когерентних світлових полях. Методи досліджень: теоретичні методи аналізу процесів резонансної взаємодії лазерного випромінювання з речовиною. Досліджено розширення резонансів когерентного полонення населеностей (КПН), зумовленого просторовою обмеженістю лазерного поля (пролітне та дифузійне розширення) для випадку біхроматичного лазерного поля. Аналіз дифузійного розширення лінії проведено для реалістичних умов просторового обмеження як лазерного випромінювання, так і атомного газу. Показано, що профіль лінії пропускання для необмеженої комірки можна подати як суперпозицію лоренцевих профілів з ваговими множниками, які визначаються формою лазерного променя. Для поліхроматичного поля з еквідистантним розподілом спектральних компонент (поле фемтосекундного лазера чи лазера зі зсунутим за частотою зворотнім зв'язком) розроблено теоретичний підхід, який дозволяє розраховувати резонанси КПН у комірці з парою атомів. Завдяки поліхроматичності лазерного випромінювання кілька груп атомів бере участь у формування темного резонансу, що значно збільшує величину сигналу, який реєструється. Розрахунки проведено з врахуванням зіткнень активних атомів з атомами буферного газу, що відбуваються зі збереженням когерентності метастабільних станів. У випадку малих полів, які становлять найбільший інтерес для стандартів частоти, показано, як вплив поліхроматичного поля на атом можна звести до біхроматичного зі світловим зсувом резонансних частот і додатковим зв'язком між метастабільними станами. На основі отриманих результатів зроблено висновки щодо вибору параметрів лазерного випромінювання з метою підвищення точності стандарту частоти на основі когерентного полонення населеності. Контрольованим фактором, що призводить до зсуву резонансу КПН, є світловий зсув. Для його мінімізації необхідно належно вибрати два параметри лазерного випромінювання - відстроювання частоти спектральної компоненти з максимальною інтенсивністю від резонансу з частотою атомного переходу і різницю частот сусідніх спектральних компонент поля.

Реферат англійською:

Object of investigations: atoms in coherent light fields. Methods of investigations: theoretical methods for analyses of processes of resonant interactions light with matter. The theoretical investigation of the broadening of coherent population trapping (CPT) resonances due to finite dimension of the laser beam (diffusion and transit-time broadening) for bichromatic laser field is investigated. An analyses of the diffusion broadening of the line is carried out for the realistic conditions of spatial finiteness both the laser radiation and the atomic gas. It is shown that the profile of the transmission line for infinite cell can be presented by superposition of the Lorentz profiles with weighting factors defined by the shape of the laser beam. The theoretical approach for calculation of CPT resonances in the cell with the atom vapour irradiated by a polychromatic field with equidistant spectral components (radiation of a femtosecond laser or a frequency shifted feedback laser) is developed. A lot of atomic groups contribute to resonance due to polychromatic field that enlarges registered signal. The theory takes into account coherence preserving collisions of the active atoms with the atoms of the buffer gas. The case of small

laser fields which is particular interested for frequency standards we show that the influence of the polychromatic field can be reduced to bichromatic one with light shift of the frequency transition and the additional coupling of the metastable states. The conclusions about optimal parameters of the laser radiation for the enlarging precision of the frequency standards based on coherent population trapping are formulated. Controllable factor that shifts the CPT resonance frequency is light shift. It can be minimized by proper choice of two parameters of the laser radiation, namely the detuning of the spectral component with maximal intensity from the atomic transition frequency and the frequency difference of the adjacent spectral components.

Індекс УДК: 535.33/.34:621.373.826, 535.33/.34:621.373.826

Коди тематичних рубрик: 29.33.49

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Яценко Леонід Петрович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Теорія атомних стандартів частоти на основі резонансів когерентного полонення населеностей.

Назва НТП англійською: Theory of atomic frequency standards based on coherent population trapping.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 73.10.1 Дослідження і розробки в галузі природничих наук.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблено теорію атомних стандартів частоти, в яких для стабілізації частоти використовуються резонанси когерентного полонення населеностей при взаємодії багаточастотного лазерного поля з лужними атомами. Визначено граничні можливості таких стандартів та знайдено методи їх досягнення на практиці.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 5 років.

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Інститут фізики НАНУ, Інститут Метрології, вищі навчальні заклади.

Перспективні ринки: Україна, Росія

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Романенко В. І., Романенко О. В., Яценко Л. П. Вплив дифузії атомів на форму лінії темного резонансу у просторово обмежених лазерних полях УФЖ 55, № 4,394-404 (2010); Romanenko V. I., Romanenko A. V., Yatsenko L. P., Kazakov G. A., Litvinov A. N., Matisov B. G. and Rozhdestvensky Yu. V. Dark resonances in the field of frequency shifted feedback laser radiation, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 43, N 21, 215402 (2010); Аузіньш М., Маліцький Р. А., Мацнєв І. В., Негрійко А. М., Романенко В. І., Ходаковський В. М., Яценко Л. П. Дослідження

темних резонансів в атомах рубідію у полі послідовностей світлових імпульсів Український фізичний журнал, Київ, 2009, Т.54, №10, С. 975-983.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Негрійко Анатолій Михайлович

Перелік осіб-виконавців

Романенко Віктор Іванович

Романенко Олександр Вікторович

Яценко Леонід Петрович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

