



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 118818

(13) U

(51) МПК

G02F 1/11 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2017 02658**

(22) Дата подання заявки: **21.03.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **28.08.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **28.08.2017, Бюл.№ 16**

(72) Винахідник(и):

**Франів Андрій Васильович (UA),
Кашуба Андрій Іванович (UA),
Бовгира Олег Вікторович (UA)**

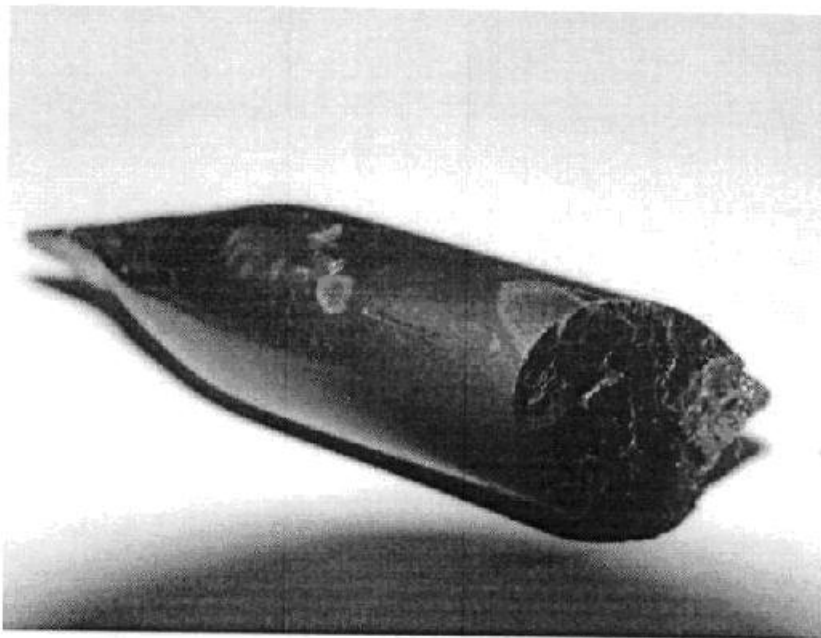
(73) Власник(и):

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА,
вул. Університетська, 1, м. Львів, 79000
(UA)**

(54) НЕЛІНІЙНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ СЕРЕДЬНОГО ІЧ ДІАПАЗОНУ

(57) Реферат:

Нелінійний перетворювач випромінювання середнього ІЧ діапазону містить фазові пластини, які виготовлено з монокристалічного матеріалу. Як монокристалічний матеріал використаний $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{I}$ в інтервалі концентрацій талію $x=0,5$.



Фіг. 1

UA 118818 U

Корисна модель належить до оптичного приладобудування, зокрема до акустооптичних пристроїв для передачі та перетворення інформації в оптичних системах, і може знайти застосування в лазерному приладобудуванні, зокрема для нелінійнооптичних елементів інфрачервоних (ІЧ) лазерів.

Відомий перетворювач з монокристалічного матеріалу - тіогалат срібла AgGaS_2 - для нелінійної оптики ІЧ діапазону [В.Д. Бадиков, П.С. Блинов, А.А. Костерев, В.С. Летохов, А.Л. Малиновский, Е.А. Рябов. Эффективные параметрические генераторы пикосекундных импульсов среднего ИК диапазона на основе кристаллов AgGaS_2 . - Квантовая электроника, 1997. - № 6. - 24], який використовується для виготовлення перетворювачів, призначених для генерації другої гармоніки ІЧ випромінювання, а також для up-конверсії випромінювання середнього ІЧ діапазону, ширина забороненої зони котрого становить $\Delta E_g = 2,7$ еВ, а значення коефіцієнта оптичного поглинання β у смузі пропускання становить $0,02 \text{ см}^{-1}$.

Недоліком вказаного матеріалу є наявність трифононного поглинання, приблизно $\lambda = 9,8$ мкм, що обмежує використання такого матеріалу для CO_2 -лазера - найбільш поширеного квантового генератора середнього ІЧ діапазону, тому що знижує допустиму щільність потужності випромінювання на частоті перетворювача при роботі з таким лазером [Gopal C. Bhar, R.C. Smith. Silver thiogallate (AgGaS_2)-Part II: linear optical properties].

Найближчим аналогом за технічною суттю до запропонованої корисної моделі вибрано оптичний матеріал на основі монокристалічного твердого розчину $\text{Zn}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Se}$, де концентрація Mg у кристалі становить $0,1 < x < 0,13$ [патент України № 46429, МПК С30В 11/00], який використовується для виготовлення фазових пластин, що керують поляризацією випромінювання та перетворювачів для генерації другої гармоніки випромінювання середнього ІЧ діапазону в області генерації CO_2 -лазера.

Недоліком вказаного матеріалу є складний метод отримання, обмеженість інтервалу концентрацій магнію та руйнуванням твердого розчину в повітряній атмосфері при $x > 0,6$.

В основу корисної моделі поставлена задача, удосконалити нелінійний перетворювач випромінювання середнього ІЧ діапазону шляхом використання оптичного матеріалу на основі твердого розчину $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{I}$, що дасть змогу одержати амплітудно-фазову модуляцію CO_2 лазера.

Поставлена задача вирішується тим, що у нелінійному перетворювачі, фазові пластини якого виготовлено з монокристалічного матеріалу, відповідно корисної моделі, як монокристалічний матеріал використано $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{I}$ в інтервалі талію $x = 0,5$.

З літературних джерел [A.I. Kashuba, S.V. Apunevych. phonon spectrum of crystals $\text{In}_x\text{Tl}_{1-x}\text{I}$ substitutional solid solutions. Journal of nano-and electronic physics, 2016. - Vol. 8, № 1, 01010(5pp)] відомо матеріал $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{I}$ в інтервалі концентрацій талію $0,1 \leq x \leq 0,7$. Автори вперше використали цей матеріал як нелінійний перетворювач середнього ІЧ діапазону. Проте не при усіх значеннях x , а лише при $x = 0,5$.

Експериментально встановлено, що введення талії (I) йодиду призводить до відносного збільшення параметрів кристалічної ґратки. В інтервалі концентрацій талію $0,4 \leq x \leq 0,5$ відбувається структурне впорядкування, що забезпечує збереження структурної досконалості кристалічної матриці.

Експериментально встановлено, що оптимальний діапазон концентрації талію складає $x = 0,5$. У кристалах $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{I}$, вирощених у вказаному діапазоні концентрацій, величина коефіцієнта оптичного відбивання $R(\nu)$, для поляризації $E||a$, має максимум зазначенням $R = 0,5$. А для поляризації $E||c$ - мінімум із $R = 0,05$. Частота $\nu = 950 \text{ см}^{-1}$ відповідає довжині хвилі генерації CO_2 -лазера ($\lambda = 10,6$ мкм). Тобто поляризоване випромінювання CO_2 -лазера може розповсюджуватися перпендикулярно (ас) площині кристалу з різним загасанням в залежності від поляризації. Різниця інтенсивностей вздовж кристалографічних a і c - напрямків складає $\Delta I = 0,45$.

Ефект антирезонансу в кристалах $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{I}$ дає змогу практичного застосувати ці кристали як елементи для амплітудних модуляторів випромінювання CO_2 -лазера.

При додатковому коливанні пластинки в напрямку, перпендикулярному до поширення випромінювання, отримуємо часову зміну оптичного шляху, пройденого світлом в кристалічній пластині за рахунок зміни товщини пластинки, тобто дістаємо зміну фази випромінювання або фазову модуляцію світла.

У матеріалі існує можливість контролювати амплітудну та фазову модуляцію світла для середнього ІЧ діапазону, що дає змогу використовувати його як нелінійний перетворювач середнього ІЧ діапазону.

Фіг. 1. Типовий вигляд вирощеного кристалу $\text{In}_{0,5}\text{Tl}_{0,5}\text{I}$.

Фіг. 2. ІЧ спектри оптичного відбивання монокристалу $\text{In}_{0,5}\text{Tl}_{0,5}\text{I}$ ($1-E||a$, $2-E||c$).

Монокристалічний матеріал отримують із бінарних монокристалічних сполуки TlI і InI (чистотою 98,9 % ОСЧ-ХЧ), які беруть в еквімолярному співвідношенні, та попередньо очищають за традиційною методикою зонної перекристалізації до високого ступеня чистоти. Підготовлену шихту поміщають у кварцові ампули (\varnothing 12-18 мм) та проводять відкачку за допомогою форвакуумної помпи із азотною пасткою до залишкового тиску $p \sim 10^{-3}$ мм. рт. ст. Кристали вирощуються відомим розплавним способом Стокбаргера-Бриджмена в гостроконічній ампулі у вертикальній печі із градієнтом температури $\Delta T/\Delta l \sim 1$ °C/мм. При попередньому синтезі вихідної шихти температуру підтримують вищою за температуру плавлення більш високотемпературної компоненти ($T=723$ K) приблизно одну добу. У процесі росту ампулу опускають крізь зону кристалізації із підбіраною експериментально отриманою швидкістю $v \sim 3$ мм/год. Після синтезу проводять зонну очистку отриманої системи $In_{1-x}Tl_xI$ з метою перекристалізації та отримання більшого ступеня чистоти та гомогенності зразка. Для проведення термічного відпалу отриманої системи ампулу витримують ще добу $In_{0,4}Tl_{0,6}I$ ($T=460$ K), $In_{0,5}Tl_{0,5}I$ ($T=450$ K) а для $In_{0,9}Tl_{0,1}I$ ($T=400$ K) за вказаних температур.

Матеріал для нелінійних перетворювачів випромінювання середнього ІЧ діапазону має ширину забороненої зони ($\sim 2,35$ eV) та найбільший коефіцієнт оптичного відбивання ($E||a$) та поглинання ($E||c$) для частоти ($\nu=950$ см⁻¹) генерації CO₂-лазера серед аналогів, що використовуються у промисловості, і дозволяє розширити асортимент матеріалів для нелінійної оптики ІЧ діапазону.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Нелінійний перетворювач випромінювання середнього ІЧ діапазону, що містить фазові пластини, які виготовлено з монокристалічного матеріалу, який **відрізняється** тим, що як монокристалічний матеріал використаний $In_{1-x}Tl_xI$ в інтервалі концентрацій талію $x=0,5$.

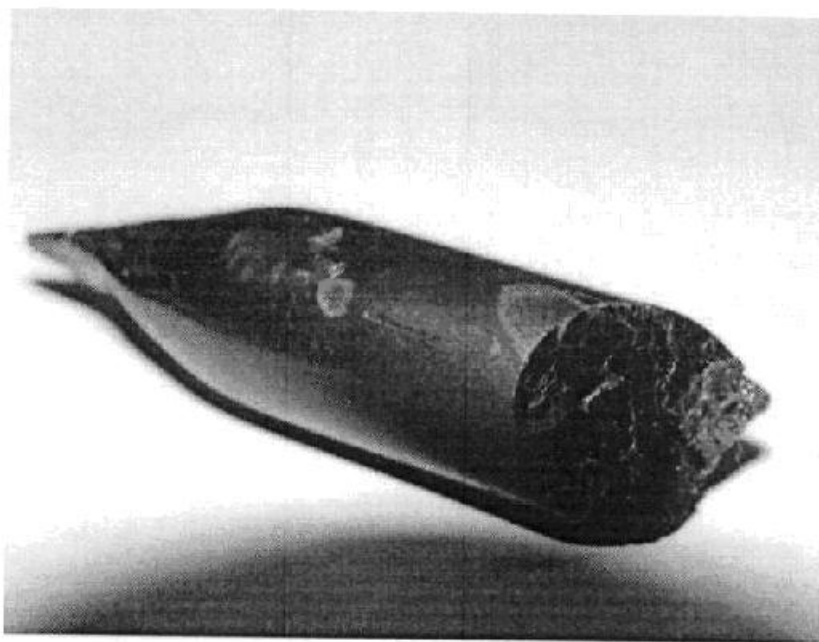


Fig. 1

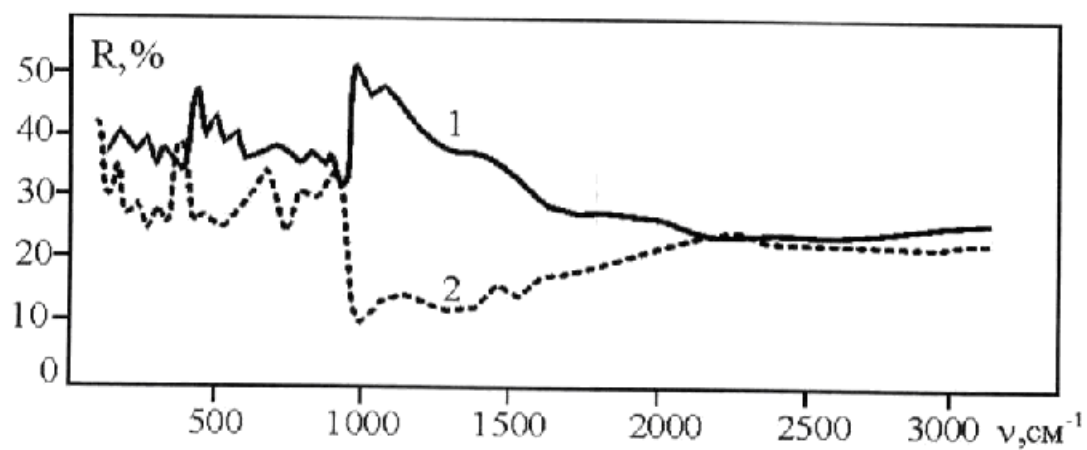


Fig. 2

Комп'ютерна верстка О. Рябо

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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