



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59822

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 21/01

G01J 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНО ПРОЗОРИХ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) 20021210379

(22) 20.12.2002

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Метоліди Елеонора Миколаївна, Стародубов
Яків Дмитрович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАР-
КІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(56) SU 1582086 A1, G01N21/01, 30.07.1990

SU 1065743 A, G01N21/01, 07.01.1984

RU 2183385 C2, H04N5/32, 10.06.2002

RU 2157987 C2, G01N21/47, 20.10.2000

US 3711206, G01N21/06, 16.01.1973

US 4672202, G01T1/16, 09.01.1987

(57) Пристрій для дослідження оптично прозорих
матеріалів, який містить джерело оптичного ви-
промінювання, привід навантаження із співвісними

2

тягами для розміщення між їх кінцевими ділянками зразка, розміщеними між джерелом випромінювання та реєстратором оптичних характеристик, розташованим на одній осі із джерелом оптичного випромінювання, а також реєстратор механічних навантажень, який **відрізняється** тим, що він має нагрівач із каналами, що охоплює повернені одна до одної кінцеві ділянки тяг, джерелом оптичного випромінювання є джерело інфрачервоного випромінювання, реєстратор механічних навантажень містить кільцевий динамометр, тяги розміщені усередині останнього, корпус кільцевого динамометра та тяги виконані охолоджуваними, при цьому осі останніх розташовані перпендикулярно осі, на якій розміщені джерело оптичного випромінювання і реєстратор оптичних характеристик.

Винахід має відношення до області оптичних вимірювань та може бути використаний при дослідженні прозорості матеріалів в умовах термомеханічного впливу.

Відома зміна оптичного поглинання іонних кристалів після їх деформування і відпаду у вільному та напруженому становищах [Метоліди Э.Н., Неклюдов И.М., Панова А.Н. ФТТ, 1974, 16, №5, с.1549-1551 [1]; Гиндин И.А., Метоліди Э.Н., Неклюдов И.М., Панова А.Н. «Кристаллография», 1976, 21, №6, с.1049-1051 [2]; Гиндин И.А., Чиркина Л.А., Метоліди Э.Н., Оптические свойства и дефектная структура кристаллических тел. Обзор, Препринт. ЦНИИАтоминформ, М., 1989 [3]]. При цьому спостерігалось часткове відновлення оптичного поглинання деформованих кристалів після витримки їх при кімнатній температурі. Тому доцільно проводити вимірювання оптичних характеристик безпосередньо у процесі термомеханічного впливу, що представляє інтерес як з точки зору фундаментальних досліджень, так і для практичних цілей.

Відомий пристрій, за допомогою якого можливо досліджувати механічні характеристики матері-

алу в умовах термомеханічного впливу ["Заводская лаборатория", 1973, №8, стр.1011-1012] [4]. Пристрій містить привід навантаження з тягами, нагрівач, який охоплює кінцеві ділянки тяг, обернені один до одного, реєстратор механічних навантажень, виконаний у вигляді кільцевого динамометра. Пристрій має посудину з охолоджувальною рідиною для дослідження матеріалів при низьких температурах, а тяги розташовані поза кільцевого динамометра. За допомогою відомого пристрою можна реєструвати стрибкоподібну деформацію, поріг плинності, а також релаксацію напруження матеріалів в широкому діапазоні температур (від 4,2 до 1200K).

У відомому пристрою привід навантаження за допомогою штоку зв'язаний з кільцевим динамометром, а останній у свою чергу з'єднаний з тягою із захоплювачем. Інша тяга із захоплювачем з'єднана з опорним елементом. Така схема зв'язку між елементами вимагає використання великої кількості рухомих з'єднань між ними, що приводить до виникнення люфтів і, як наслідок, до додаткової погрішності і зниження точності результатів вимірів при дослідженні механічних характеристик. При

(13) C2

(11) 59822

(19) UA

вимірах оптичних характеристик за допомогою такого пристрою наявність люфтів приведе до значного зсуву зразка щодо потоку, наприклад інфрачервоного випромінювання, що внесе спотворення у вимірювані оптичні характеристики і зменшить точність виміру величин.

Відомий пристрій для дослідження оптично прозорих матеріалів, обраний як прототип. Пристрій містить джерело оптичного випромінювання, привід навантаження зі співвісними тягами, розміщеними між джерелом випромінювання і реєстратором оптичних характеристик, а також реєстратор механічних навантажень [авт. свід. СРСР №1582086, G01N 21/01, 1990] [5]. У цьому пристрої вісь оптичного випромінювання розташована уздовж осі тяг, виконаних з оптично прозорого матеріалу. Як джерело оптичного випромінювання обране джерело ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Пристрій дозволяє досліджувати оптично прозорі матеріали в процесі механічного впливу. Зразок з досліджуваного матеріалу з нанесеним на його поверхню люмінофором здавлюють кінцевими ділянками тяг. За допомогою джерела УФ випромінювання зразок рівномірно освітлюють. На реєстратор оптичних характеристик подаються одночасно оптичне зображення зразка і картина розподілу тиску в зразку уздовж обраного напрямку.

Однак у цьому пристрої потік випромінювання спрямований уздовж співвісно розташованих тяг і проходить як через досліджуваний зразок, так і через обидві тяги. Під час деформації зразка в тягах також виникають деформаційні спотворення, що викликають додаткове розсіювання і поглинання випромінювання на дефектах кристалічної ґратки матеріалу тяг, що приведе до спотворення у спектрі пропускання досліджуваного об'єкта і, як наслідок, до похибки результатів вимірів.

Крім того, якщо досліджувати оптичні характеристики в умовах нагрівання, то в тягах будуть виникати дифузійні процеси, що приводять до спотворень у спектрі пропускання, що також сприяє збільшенню похибки результатів вимірів.

В основу винаходу поставлена задача створити такий пристрій для дослідження оптично прозорих матеріалів, який, у порівнянні з пристроєм, обраним як прототип, дозволяв би проводити виміри в умовах термомеханічного впливу з меншою похибкою.

Поставлена задача вирішується за допомогою пристрою для дослідження оптично прозорих матеріалів, що містить джерело оптичного випромінювання, привід навантаження із співвісними тягами, розміщеними між джерелом випромінювання і реєстратором оптичних характеристик, розташованим на одній осі із джерелом оптичного випромінювання, а також реєстратор механічних навантажень. Відповідно до винаходу пристрій має нагрівач з каналами, що охоплює повернені один до одного кінцеві ділянки тяг. Як джерело оптичного випромінювання використане джерело інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, реєстратор механічних навантажень містить кільцевий динамометр, а тяги розміщені усередині останнього. Корпус кільцевого динамометра і тяги виконані охолоджуваними. Осі останніх розташовані перпендикулярно осі, на якій розташовані джерело оптичного випромінювання і реєстратор оптичних характеристик.

Охоплення нагрівачем тільки кінцевих ділянок тяг, а також виконання тяг охолоджуваними, виключає вплив температурних полів на реєстратор оптичних характеристик і тензометричну систему реєстрації деформації, що сприяє зниженню похибки результатів вимірів.

Наявність каналів у нагрівачі, що охоплює кінцеві ділянки тяг, повернених один до одного, дає можливість направляти оптичне випромінювання безпосередньо на досліджуваний зразок, що дозволяє знизити похибку результатів вимірів в умовах термомеханічного впливу. Цьому сприяє також розташування осей тяг перпендикулярно осі, на якій розташовано джерело оптичного випромінювання і реєстратор оптичних характеристик.

Наявність у реєстраторі механічних навантажень кільцевого динамометра, усередині якого розміщені тяги, дозволяє скоротити число рухомих з'єднань елементів у ланцюжку від привода до зразка, що веде до зниження похибки в результатах вимірів при термомеханічному впливі на досліджуваний зразок. Виконання корпусу кільцевого динамометра охолоджуваним виключає вплив температурних полів на приймач оптичного випромінювання, що сприяє зниженню похибки результатів вимірів.

Вибір як джерела оптичного випромінювання джерело ІЧ випромінювання обумовлене тим, що оптичні характеристики (ширина смуги пропускання і положення краю фундаментальної смуги поглинання) у ІЧ області спектра досліджуваних матеріалів визначаються переважно їх електронними і фононними спектрами, чутливими до стану дефектної структури кристалічної ґратки. Дослідження в ІЧ області спектра кристалів в умовах термомеханічного впливу дозволяють одержувати достовірну інформацію про їхні основні оптичні характеристики безпосередньо в експлуатаційних умовах.

На Фіг.1 зображена принципова схема деформаційного вузла пропонованого пристрою; на Фіг.2 зображена блок-схема пристрою; на Фіг.3 зображені спектри пропускання (T , %) оптично прозорих монокристалів LiF в області $\lambda = (5...10)$ мкм (крива 1 - у первинному стані, крива 2 - в умовах термомеханічного впливу, деформованих стиском уздовж напрямку $[100]$ до 5% за допомогою пропонованого пристрою, крива 3 - після термомеханічного впливу в аналогічному режимі за допомогою відомого пристрою).

Пристрій містить (Фіг.2) джерело оптичного випромінювання 1 у вигляді джерела ІЧ випромінювання і реєстратор оптичного випромінювання 2, що є елементами спектрометра ИКС-21 і розташовані на одній осі «Х» (Фіг.1). Пристрій містить також привід навантаження 3 з тягами 4 і 5, розміщеними між джерелом 1 і реєстратором оптичного випромінювання 2 (Фіг.2).

Реєстратор механічних навантажень містить кільцевий динамометр 6, усередині якого поміщені тяги 4 і 5. Осі «Y» останніх розташовані перпендикулярно осі «Х», на якій розташовані джерело 1 і реєстратор 2 оптичного випромінювання. Тяга 4 прикріплена до кільцевого динамометра 6. Тяга 5

через отвір у динамометрі 6 з'єднана з редуктором (на кресленні не показано) привода 3. Редуктор дозволяє здійснювати деформацію в інтервалі швидкостей 10^{-3} - 10^{-6} сек $^{-1}$. Пристрій має нагрівач 7 із каналами 8, який охоплює повернені один до одного кінцеві ділянки тяг 4 і 5. Для запобігання нагрівання кільцевого динамометра 6 і тяг 4 і 5 установлені екрани 9 з водяним охолодженням. На динамометрі 6 установлені тензодатчики 10. Тяга 5 контактує із пружною сталеву пластину 11, на якій закріплені тензорезистори 12.

Привід 3 з редуктором і динамометром 6 установлені на кронштейнах 13.

Пристрій працює так. Зразок 14 з оптично прозорого матеріалу (Фіг.1) розміщують між кінцевими ділянками тяг 4 і 5, монтують нагрівач 7 так, щоб він охоплював згадані ділянки. Джерело 1 і реєстратор 2 ІЧ випромінювання розміщують так, щоб вісь «Х», на якій вони розташовані, проходила через канали 8 нагрівача 7 і була перпендикулярна осям «Y» тяг 4 і 5. Після цього зразок 14 піддають деформуванню при різних температурах з одночасним пропусканням крізь нього ІЧ випромінювання. Спектри пропускання реєструють реєстратором 2.

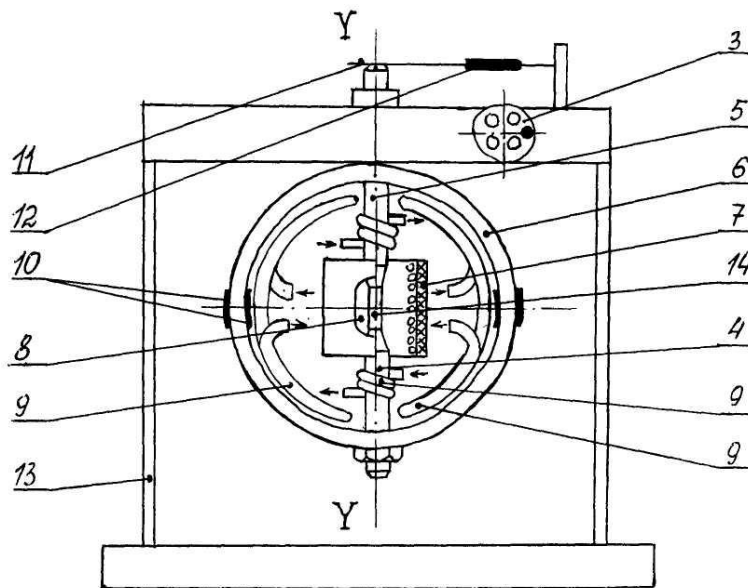
Завдяки тому, що ІЧ випромінювання проходить тільки через зразок 14, що розташований усередині кільцевого динамометра, а корпус 6 останнього та тяги 4 і 5 виконані охолоджуваними, удалось провести виміри оптичних характеристик в умовах термомеханічного впливу з меншою по-

хибкою.

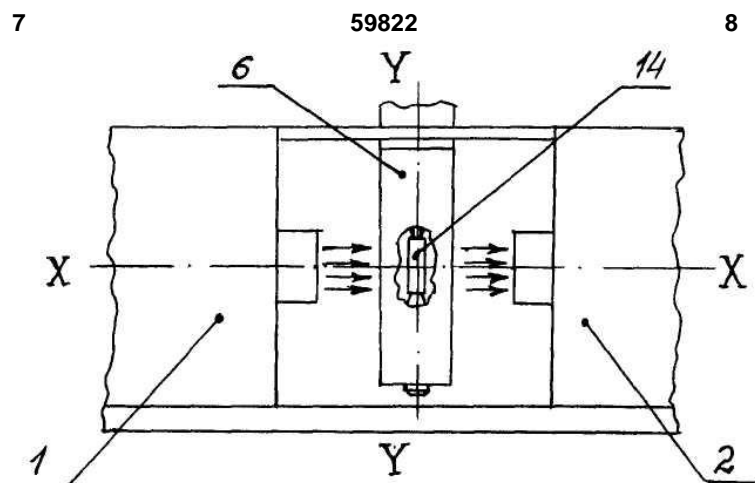
Як приклад наведені спектри пропускання монокристалічних зразків LiF (Фіг.3). Порівняння наведених спектрів показує, що оптичне пропущення кристалів, які знаходяться безпосередньо в умовах деформування, відрізняються як від спектра вихідних зразків, так і від спектра зразків після деформації і наступного розвантаження. У зразках, які знаходяться під впливом навантаження, створювані поля напружень вносять помітне додаткове поглинання, що частково зникає при розвантаженні зразків.

Як показали дослідження, у пристрої, обраному як прототип, потік випромінювання, спрямований уздовж тяг і прохідний як крізь досліджуваний зразок, так і крізь обох тяг, додатково розсіюється і поглинається на дефектах кристалічної ґратки тяг. Це веде до спотворення в спектрі пропускання досліджуваного об'єкта і, як наслідок, до збільшення похибки результатів вимірів. В умовах нагрівання спотворення у спектрі пропускання підсилюються, що сприяє збільшенню похибки результатів вимірів.

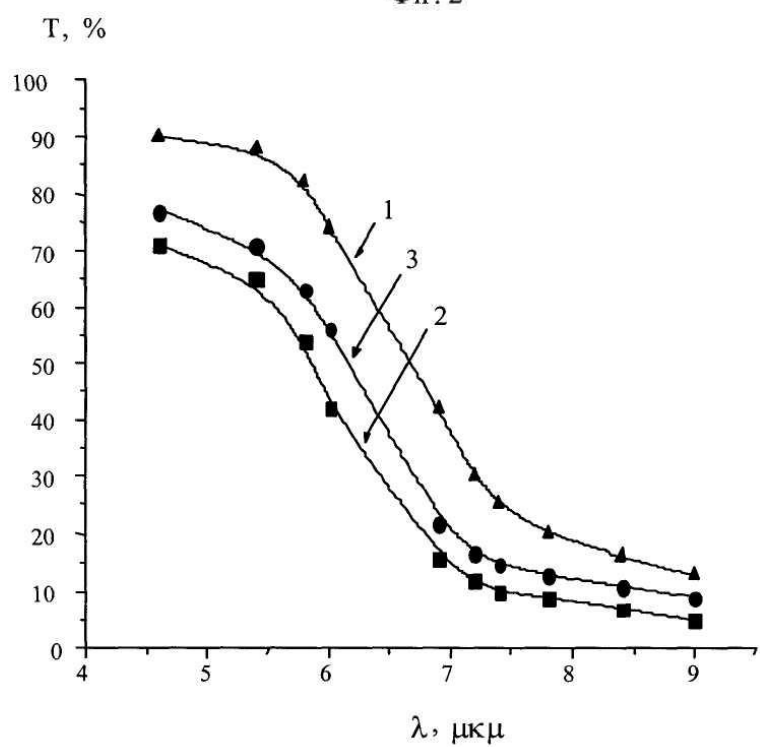
Таким чином, запропонований пристрій дозволяє вимірювати оптичні характеристики оптично прозорих матеріалів в умовах термомеханічного впливу з меншою похибкою, ніж пристрій, який обраний як прототип. Крім того, розміщення осередку деформації усередині динамометра забезпечує компактність пристрою.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3