



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98198** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
G01M 11/00
G01N 21/59 (2006.01)
G01N 25/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2010 09939**
(22) Дата подання заявки: **10.08.2010**
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.04.2012**
(41) Публікація відомостей про заявку: **10.01.2011, Бюл.№ 1**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.04.2012, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):
Студеняк Ігор Петрович (UA)
(73) Власник(и):
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ",
вул. Підгірна, 46, м. Ужгород, 88000 (UA)
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
Cody G.D. et al. Disorder and the optical-absorption edge of hydrogenated amorphous silicon // Phys. Rev. Lett. – 1981.- Vol.47, #20. – P.1480-1483
UA 90688 C2; 25.02.2010
UA 90712 C2; 25.02.2010
Zainobidinov S. et al. Dependence of the Urbach energy on the Fermi level in A-Si:H films // Ukr. J. Phys. 2008 V.53 N.12, P. 1177-1180
Weinstein I.A. et al. Effects of structural disorder and Urbach's rule in binary lead silicate glasses // J. Non-Cryst. Solids. 2001 Vol. 279 P. 77-87
Ates A. et al. Urbach's rule and Optical properties for TiGaS₂ // Turk J. Phys. 2002 Vol. 26 P.127-131
Meeder A. et al. Direct measurements of Urbach tail and gap state absorption in CuGaSe₂ thin films by photothermal deflection spectroscopy and constant photocurrent method // J. App. Phys. 2002, Vol.92, N. 6, P. 3016-3020.
Вайнштейн И.А. и др. Правило Урбаха в стёклах PbO-SiO₂ Физика твёрдого тела, 2000, том. 42, вып. 2, с. 224-229

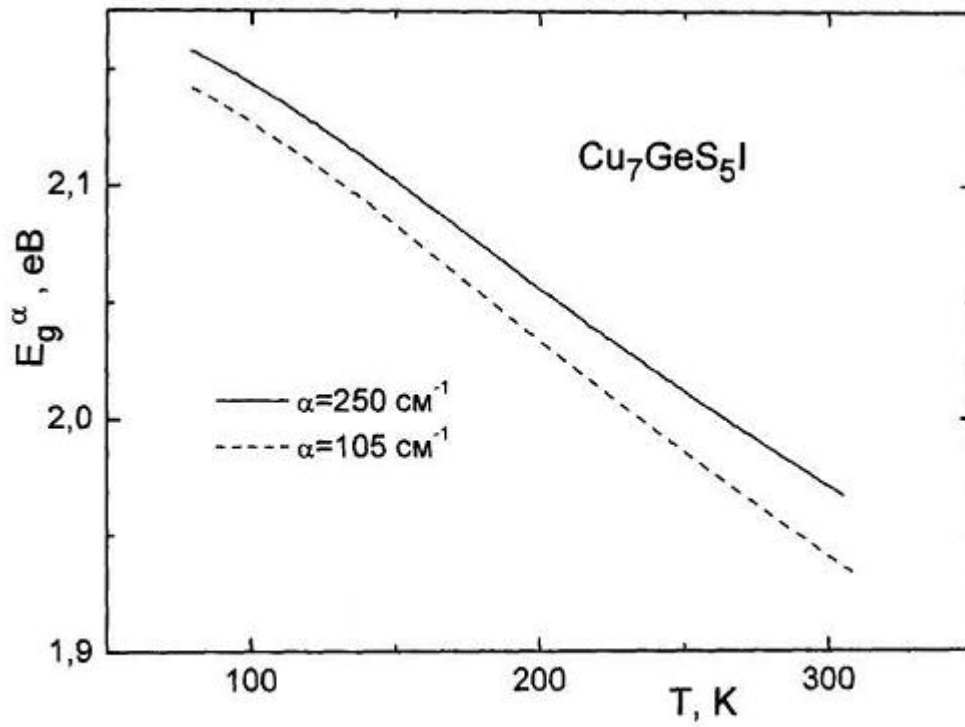
(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ УРБАХІВСЬКОЇ ЕНЕРГІЇ ТВЕРДИХ ТІЛ

(57) Реферат:

Винахід належить до області фізики твердого тіла, зокрема до способів дослідження параметрів краю оптичного поглинання, і може бути використаний як швидкий, ефективний та надійний спосіб визначення урбахівської енергії твердих тіл. Спосіб визначення урбахівської енергії твердих тіл полягає в тому, що визначається урбахівська енергія за результатами температурних ізоабсорбційних досліджень краю оптичного поглинання твердих тіл при різних значеннях коефіцієнта поглинання. Технічним результатом винаходу є підвищення швидкості,

UA 98198 C2

надійності та ефективності визначення урбахівської енергії твердих тіл за результатами ізоабсорбційних досліджень краю поглинання.



Фіг. 1

Винахід належить до області фізики твердого тіла, зокрема до способів дослідження параметрів краю оптичного поглинання, і може бути використаний як швидкий, ефективний та надійний спосіб визначення урбахівської енергії твердих тіл.

Відомо, що для багатьох твердих тіл поглинання поблизу краю оптичного поглинання зростає за експоненціальним законом, що пояснюється переходами між хвостами дозволених зон, форма й величина яких залежить від різних типів розупорядкування. Більше того, для ряду напівпровідників було встановлено, що температурно-спектральна залежність коефіцієнта поглинання α описується правилом Урбаха [1]:

$$\alpha(h\nu, T) = \alpha_0 \cdot \exp\left[\frac{h\nu - E_0}{E_U(T)}\right], \quad (1)$$

де E_U - урбахівська енергія; α_0 та E_0 - координати точки збіжності урбахівського "віяла"; $h\nu$ - енергія кванта падаючого світла; T - температура. Урбахівська енергія E_U , як відомо, є мірою ступеня розупорядкованості твердого тіла і складається з внесків температурного та структурного розупорядкування [2]. Температурне розупорядкування в твердих тілах виникає за рахунок теплових коливань ґратки, що веде до розмиття краю поглинання за рахунок електрон(екситон)-фононної взаємодії. Структурне розупорядкування за своєю природою може бути власним (викликаним внутрішніми дефектами структури, наприклад, вакансіями чи дислокаціями) та індукованим (викликаним такими зовнішніми чинниками, як відхилення від стехіометрії, легування, іонна імплантація, гідрогенізація і т. д.).

Найбільш близьким до запропонованого способу є спосіб, який полягає у визначенні урбахівської енергії E_U твердого тіла за результатами спектральних досліджень краю оптичного поглинання, а саме у визначенні E_U як енергетичної ширини експоненціального краю поглинання [3]:

$$E_U = \frac{(h\nu)_{\alpha_2} - (h\nu)_{\alpha_1}}{\ln \alpha_2 - \ln \alpha_1}, \quad (2)$$

де $(h\nu)_{\alpha_1}$ та $(h\nu)_{\alpha_2}$ - енергетичні положення експоненціального краю поглинання при фіксованих значеннях коефіцієнтів поглинання α_1 та α_2 , відповідно.

Недоліком цього методу є те, що він вимагає тривалих температурно-спектральних досліджень краю оптичного поглинання твердих тіл, розрахунку спектральних залежностей коефіцієнтів поглинання та дозволяє отримати значення урбахівської енергії тільки для певних значень температури, причому з великим температурним кроком (порядку 10-20 K), що явно недостатньо при дослідженнях температурної залежності урбахівської енергії, особливо в області її аномальної поведінки.

Задачею винаходу є створення способу визначення урбахівської енергії твердих тіл, який дозволяв би швидко, ефективно та надійно визначати значення урбахівської енергії твердих тіл з малим температурним кроком (порядку 1 K), використовуючи при цьому методику ізоабсорбційних досліджень краю поглинання.

Поставлена задача вирішується таким чином, що запропоновано спосіб визначення урбахівської енергії твердих тіл, який включає температурні ізоабсорбційні дослідження краю оптичного поглинання твердих тіл, який відрізняється тим, що температурні ізоабсорбційні дослідження краю оптичного поглинання твердих тіл проводять при двох значеннях коефіцієнта поглинання α_1 та α_2 , для яких отримують дві температурні залежності ширини псевдозабороненої зони $E_g^{\alpha_1}$ та $E_g^{\alpha_2}$, після чого отримують температурну залежність урбахівської енергії E_U за допомогою формули

$$E_U = \frac{E_g^{\alpha_2} - E_g^{\alpha_1}}{\ln \alpha_2 - \ln \alpha_1}, \quad (3)$$

Запропонований спосіб визначення урбахівської енергії твердих тіл, у порівнянні зі способом-прототипом, дозволяє швидко, надійно та ефективно визначати урбахівську енергію твердих тіл за результатами ізоабсорбційних досліджень краю поглинання, уникаючи при цьому громіздких спектральних досліджень.

Спосіб здійснюється наступним чином: ізоабсорбційним методом досліджують температурні залежності ширини псевдозабороненої зони $E_g^{\alpha_1}$ та $E_g^{\alpha_2}$ при двох значеннях коефіцієнтів поглинання α_1 та α_2 . Потім розраховують значення E_U за формулою (3), на основі яких отримують температурну залежність урбахівської енергії твердого тіла.

Приклад конкретного використання запропонованого способу.

За допомогою запропонованого способу визначено урбахівську енергію суперіонного кристала $\text{Cu}_7\text{GeS}_5\text{I}$. За результатами температурних ізоабсорбційних досліджень кристала $\text{Cu}_7\text{GeS}_5\text{I}$ було отримано температурні залежності ширини псевдозабороненої зони при різних значеннях коефіцієнта поглинання, які наведено на фіг. 1. Потім розраховувалися значення урбахівської енергії E_U за формулою (3), температурну залежність якої наведено на фіг. 2.

Винахід може бути використаний у науково-дослідних лабораторіях при дослідженні параметрів краю оптичного поглинання твердих тіл з метою їх використання у ролі функціональних елементів для оптоелектроніки.

Джерела інформації:

1. Kurik M.V. Urbach rule (Review) //Phys. Stat. Sol. (a). - 1971. - Vol. 8, № 1. - P. 9-30.
2. Cody G.D., Tiedje T., Abeles B., Brooks B., Goldstein Y. Disorder and the optical-absorption edge of hydrogenated amorphous silicon //Phys. Rev. Lett. - 1981. - Vol. 47, № 20. - P. 1480-1483.
3. Студеняк І.П., Краньчєц М., Курик М.В. Оптика розупорядкованих середовищ. - Ужгород: Гражда, 2008. - 220 с. - прототип.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб визначення урбахівської енергії твердих тіл, який включає температурні ізоабсорбційні дослідження краю оптичного поглинання твердих тіл, який **відрізняється** тим, що температурні ізоабсорбційні дослідження краю оптичного поглинання твердих тіл проводять при двох значеннях коефіцієнта поглинання α_1 та α_2 , для яких отримують дві температурні залежності ширини псевдозабороненої зони $E_g^{\alpha_1}$ та $E_g^{\alpha_2}$, після чого отримують температурну залежність урбахівської енергії E_U за допомогою формули

$$E_U = \frac{E_g^{\alpha_2} - E_g^{\alpha_1}}{\ln \alpha_2 - \ln \alpha_1}.$$

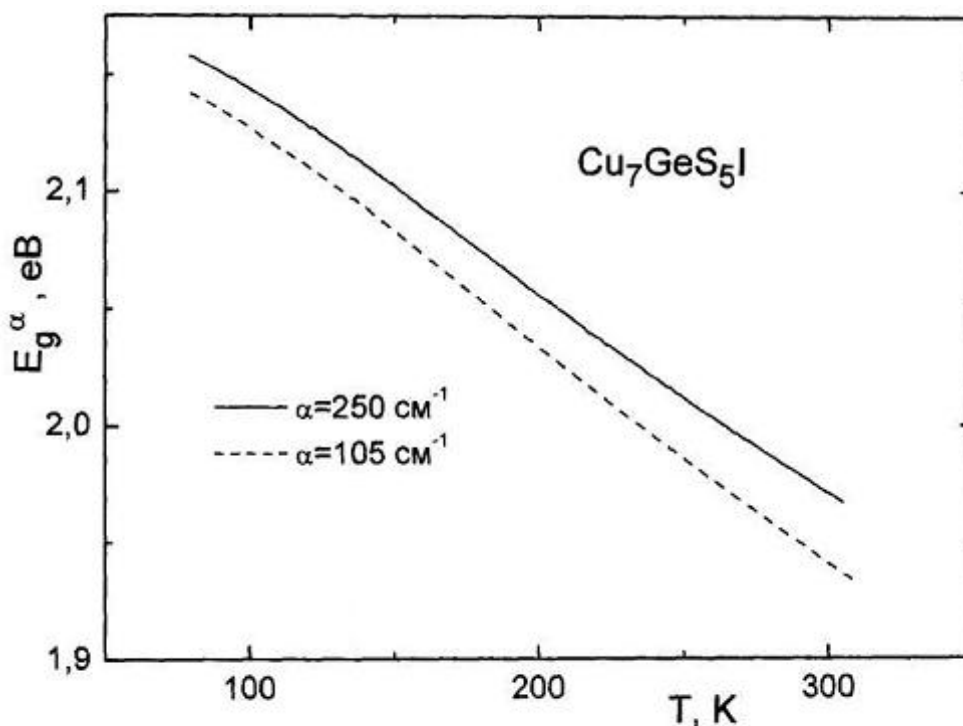


Fig. 1

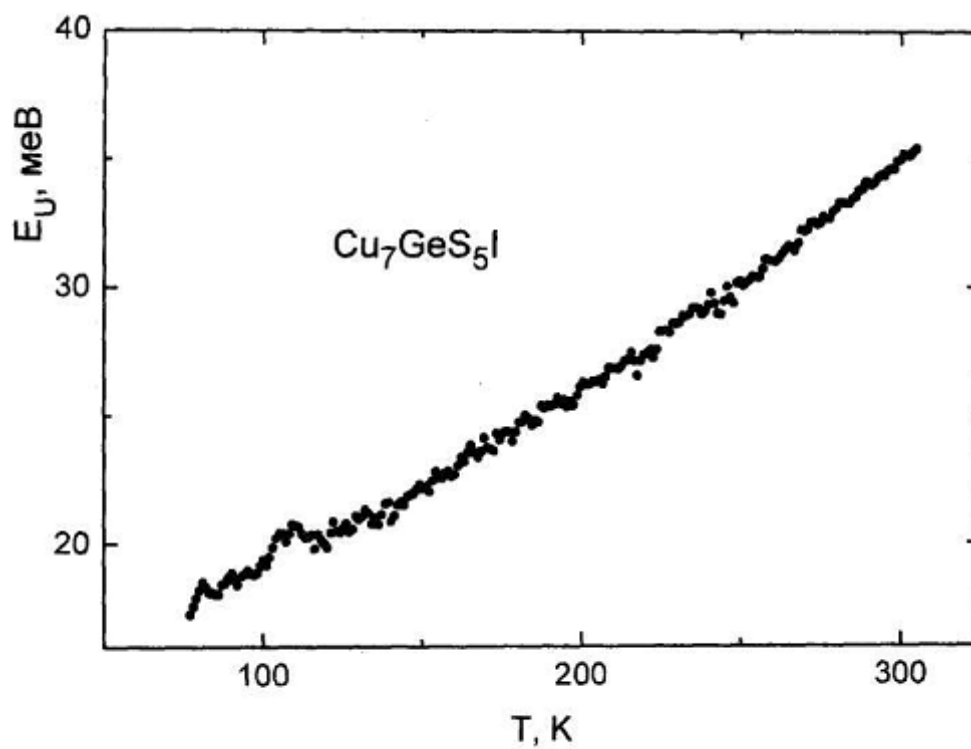


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

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