



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15135 (13) U
(51) МПК (2006)
G01K 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОГО ІНДЕКСУ ПАРАМЕТРА ПОРЯДКУ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ У ТВЕРДИХ ТІЛАХ

1

2

(21) u200512225

(22) 19.12.2005

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Студеняк Ігор Петрович

(73) УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб визначення критичного індексу параметра порядку фазового переходу у твердих тілах, який включає температурні ізоабсорбційні дослідження краю оптичного поглинання твердих тіл, який **відрізняється** тим, що із експериментально отриманої температурної залежності ширини псевдозабороненої зони E_g^{α} спочатку розраховують приріст ΔE_g^{α} у низькотемпературній фазі відносно високотемпературної фази як

$\Delta E_g^{\alpha} = E_{g,l}^{\alpha} - E_{g,h}^{\alpha}$,
де $E_{g,l}^{\alpha}$ - значення ширини псевдозабороненої зони у низькотемпературній фазі, а значення ширини псевдозабороненої зони у високотемпературній фазі $E_{g,h}^{\alpha}$ отримують екстраполяцією експериментальної залежності для високотемпературної фази у низькотемпературну за допомогою формули

периментальної залежності для високотемпературної фази у низькотемпературну за допомогою формули

$$E_{g,h}^{\alpha} = E_g^{\alpha} - S_g^{\alpha} k \theta \left[\frac{1}{\exp(\theta_E / T) - 1} \right],$$

де S_g^{α} - безрозмірна константа взаємодії, θ_E - температура Ейнштейна, k - стала Больцмана, E_g^{α} - значення ширини псевдозабороненої зони при $T=0$ K, T - температура, після чого представляють ΔE_g^{α} у вигляді розкладу в ряд по парних ступенях параметра порядку як $\Delta E_g^{\alpha} = \alpha \eta^2$, при цьому обмежуються першим членом розкладу, отримують співвідношення $\Delta E_g^{\alpha} \sim \tau^{2\beta}$ і будують залежність $\log(E_g^{\alpha}) = f(\log \tau)$, по якій визначають з тангенса кута нахилу ступеневий показник, а відповідно і значення критичного індексу β .

Корисна модель відноситься до області фізики твердого тіла, зокрема до способів дослідження фазових переходів в твердих тілах, і може бути використаний як ефективний та надійний спосіб визначення критичного індексу параметра порядку фазового переходу шляхом ізоабсорбційних досліджень краю оптичного поглинання твердих тіл.

Відомо, що для опису фазових переходів вводиться параметр порядку η , рівний нулеві при температурах T , вищих за температуру фазового переходу T_c ($T > T_c$) та відмінний від нуля при $T < T_c$. Частіше всього під параметром порядку фазового переходу розуміють деяку внутрішню деформацію, яка характеризує величину такого зміщення атомів або ступеня їх упорядкування, які і складають перестроювання структури при фазовому переході [1].

Рівноважне значення параметра порядку η_e може бути представлено як

$$\eta_e \sim |\tau|^{\beta}, \quad (1)$$

де $\tau = (T - T_c) / T_c$, β - критичний індекс параметра порядку. Як правило, критичний індекс β визначають за температурними залежностями фізичних величин, які пропорційні параметру порядку фазового переходу.

Найбільш близьким до запропонованого способу визначення критичного індексу β параметра порядку фазового переходу є спосіб, який полягає у визначенні критичного індексу шляхом температурних досліджень величини двоприменезаломлення світла $|\Delta n|$ [2]. Згідно цього способу досліджуються температурні залежності двоприменезаломлення світла $|\Delta n|$, за якими визначається приріст двоприменезаломлення $\delta(|\Delta n|)$

(13) U

(11) 15135

(19) UA

у низькотемпературній фазі відносно високотемпературної, будуються залежності $\ln \delta(|\Delta n|) \sim f(\ln |\tau|)$ і за тангенсом кута нахилу визначається степеневий коефіцієнт, а відповідно і критичний індекс β .

Недоліком цього методу є те, що він обмежується технічними можливостями температурного вимірювання величини двопробного заломлення при строго фіксованій довжині хвилі, що зменшує надійність та викликає певні труднощі при дослідженні кристалів з вузькою шириною забороненої зони.

Завданням корисної моделі є створення такого способу визначення критичного індексу параметра порядку фазового переходу, який би не обмежувався фіксованою довжиною хвилі і дозволяв би надійно та ефективно визначати критичний індекс параметра порядку фазового переходу твердих тіл шляхом ізоабсорбційних досліджень краю оптичного поглинання.

Поставлене завдання досягається таким чином, що запропоновано спосіб визначення критичного індексу параметра порядку фазового переходу у твердих тілах, який включає температурні ізоабсорбційні дослідження краю оптичного поглинання твердих тіл, який відрізняється тим, що, із експериментально отриманої температурної залежності ширини псевдозабороненої зони E_g^α ,

спочатку розраховують приріст ΔE_g^α у низькотемпературній фазі відносно високотемпературної фази як

$$\Delta E_g^\alpha = E_{g,l}^\alpha - E_{g,h}^\alpha, \quad (2)$$

де $E_{g,l}^\alpha$ - значення ширини псевдозабороненої зони в низькотемпературній фазі, а значення ширини псевдозабороненої зони у високотемпературній фазі $E_{g,h}^\alpha$ отримують екстраполяцією експериментальної залежності для високотемпературної фази у низькотемпературну за допомогою формули

$$E_{g,h}^\alpha = E_g^\alpha - S_g k \theta \left[\frac{1}{\exp(\theta_E / T) - 1} \right], \quad (3)$$

де S_g - безрозмірна константа взаємодії, θ_E - температура Ейнштейна, k - стала Больцмана, E_g^α - значення ширини псевдозабороненої зони при $T=0^\circ\text{K}$, T - температура, потім, представляючи ΔE_g^α у вигляді розкладу в ряд по парних степенях параметра порядку як $\Delta E_g^\alpha = \alpha \eta^2$, при цьому обмежуються першим членом розкладу, отримують співвідношення $\Delta E_g^\alpha \sim \tau^{2\beta}$ і будують залежність $\log(E_g^\alpha) = f(\log \tau)$, по якій визначають з тангенса кута нахилу степеневий показник, а відповідно і значення критичного індексу β .

Запропонований спосіб визначення критичного індексу параметра порядку фазового переходу

твердих тіл, у порівнянні зі способом-прототипом, дозволяє надійно та ефективно визначати критичний індекс параметра порядку фазового переходу твердих тіл шляхом ізоабсорбційних досліджень краю оптичного поглинання.

Спосіб здійснюється наступним чином: спектрометричним методом проводять температурні ізоабсорбційні дослідження краю поглинання твердих тіл. В результаті отримують температурну залежність ширини псевдозабороненої зони, яку у високотемпературній та низькотемпературній фазах апроксимують співвідношенням (3), потім за допомогою формули (2) визначають приріст ширини псевдозабороненої зони при переході в низькотемпературну фазу, після чого будують залежність $\log(E_g^\alpha) = f(\log \tau)$, по якій визначають з тангенса кута нахилу значення критичного індексу β .

Приклад конкретного використання запропонованого способу.

За допомогою запропонованого способу визначено критичні індекси параметра порядку фазового переходу для суперіонних провідників типу $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$ ($\text{X}=\text{I}, \text{Br}$). На фіг.1 наведені температурні залежності ширини псевдозабороненої зони E_g^α , визначеної на рівні коефіцієнта поглинання $\alpha=550\text{cm}^{-1}$, для кристалів $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$ (крива 1) та $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ (крива 2). З метою визначення величини ΔE_g^α , яка виникає при сегнетоеластичному фазовому переході ($T < T_c$), експериментальна температурна залежність E_g^α (фіг.1) у параеластичній фазі ($T > T_c$) була апроксимована за допомогою (3). Значення приросту ΔE_g^α , які наведені на фіг.2 для кристалів $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$ (а) та $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ (б), були розраховані за формулою (2). Через T_s на фіг.1 та 2 позначена температура суперіонного фазового переходу. На вставках до фіг.2 наведено залежності $\log(E_g^\alpha) = f(\log \tau)$, на основі яких отримані значення критичних індексів $\beta=0,431 \pm 0,003$ для $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$ та $\beta=0,428 \pm 0,003$ для $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$.

Корисна модель може бути використаний у науково-дослідних лабораторіях при оптичних дослідженнях фазових переходів в твердих тілах з метою їх використання у ролі функціональних елементів для оптоелектроніки.

Джерела інформації:

1. Рассеяние света вблизи точек фазовых переходов / Под ред. Г.З. Камминза, А.П. Леванюка: Пер. с англ. - М: Наука, 1990. - 414с.

2. Студеняк І.П., Ковач Д.Ш., Орлюкас А.С., Ковач Е.Т. Температурные изменения диэлектрических и оптических свойств в области фазовых переходов в супериониках-сегнетоэластиках $\text{Cu}_6\text{PS}(\text{Se})_5\text{Hal}$ // Изв. АН: сер. физ. - 1992. - Т.56, №10. - С.86-93 - прототип.

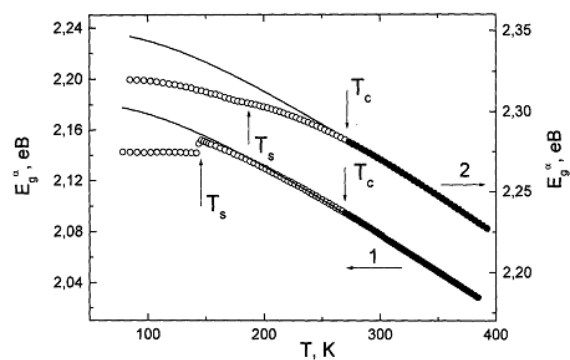


Fig. 1

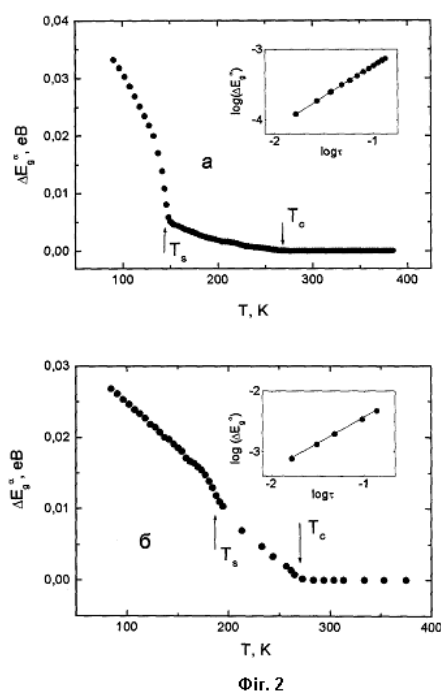


Fig. 2