

ВПЛИВ ОДНОВІСНОГО ТИСКУ НА ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРИСТАЛІВ CuInP_2S_6

О.В. Шуста¹, О.Г. Сливка¹, В.М. Кедюлич¹, П.П. Гуранич¹,
В.С. Шуста¹, О.І. Герзанич¹, І.П. Пріц²

¹Ужгородський національний університет, 88000, Ужгород, вул. Волошина, 54

²Інститут фізики і хімії твердого тіла, Ужгородський національний університет
88000, Ужгород, вул. Волошина, 54

В даній роботі досліджено вплив одновісного тиску ($\sigma < 600$ бар) на температурні залежності діелектричних властивостей кристалів CuInP_2S_6 з метою встановлення їх фазової σ, T -діаграми.

Ключові слова: сегнетоелектрики, одновісний тиск, гідростатичний тиск, діелектрична проникність, фазові переходи.

Вступ

Кристали CuInP_2S_6 при атмосферному тиску при $T=315$ К мають структурний фазовий перехід першого роду типу лад-безлад [1]. У параелектричній фазі кристалічна структура кристалів CuInP_2S_6 належить до моноклінної сингонії $C2/c$, у сегнетоелектричній фазі – Cc . Сегнетоелектрична поляризація виникає перпендикулярно шарам і зумовлена антиколінеарними вкладами за рахунок впорядкування іонів міді і зміщення іонів індію [2]. Гідростатичний тиск p зміщує температуру фазового переходу в сторону вищих температур зі швидкістю $dT/dp=210$ К/ГПа [3].

Методика експерименту

Кристали для досліджень були вирощені методом направленої кристалізації розплаву (метод Бріджмена). Вони представляли собою пластини товщиною 1 мм, з нанесеними електродами із срібної пасти. Вимірювання комплексної діелектричної проникності проводилось на частоті вимірювального поля 1 МГц. При підготовці зразка особлива увага приділялася забезпеченню плоскопаралельності граней та відсутності тріщин в його об'ємі. Зусилля прикладалися вздовж кристалографічного напрямку [001], що відповідає нормальному напруженню σ_3 . Електричні контакти зі срібної пасти наносилися на дві протилежні грані паралельно шарам і перпенди-

кулярно напрямку спонтанної поляризації. Температура вимірювалася мідь-константановою диференційною термопарою. Усі вимірювання проведені у режимі охолодження зі швидкістю зміни температури 0,2 К/хв. Перед вимірюваннями зразок проходив попередній термічний відпал у параелектричній фазі на протязі 1 години при температурі 80⁰С. Точність визначення величини діелектричної проникності складала близько 3%.

Експериментальні результати та їх обговорення

На рис. 1 наведено температурні залежності діелектричної проникності кристалів CuInP_2S_6 при різних величинах одновісного тиску σ_3 . При відсутності тиску максимум залежності $\epsilon(T)$, зумовлений сегнетоелектричним фазовим переходом (крива 1), спостерігається при температурі $T=313$ К. Величина цього максимуму $\epsilon_{max}=145$. Збільшення величини одновісного тиску приводить до зміщення залежностей $\epsilon(T)$ в область більших температур. При цьому, як видно з рис. 2, величина максимуму температурної залежності діелектричної проникності в області малих напружень зростає, а при $\sigma > 80$ бар зменшується. Крім того, в цій області зростання одновісного тиску супроводжується суттєвим розмиттям кривих $\epsilon(T)$ (рис. 1). Дія одновісного тиску σ_3 на кристали CuInP_2S_6 якісно схожа на дію

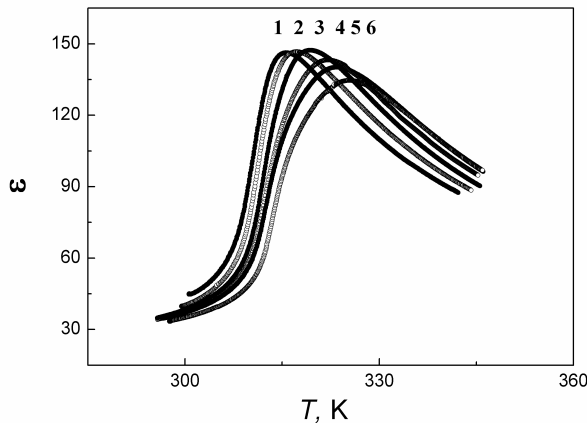


Рис. 1. Температурні залежності дійсної частини діелектричної проникності кристалів CuInP_2S_6 при різних значеннях одновісного тиску σ , бар: 1 - 1; 2 - 198; 3 - 333; 4 - 426; 5 - 510; 6 – 558.

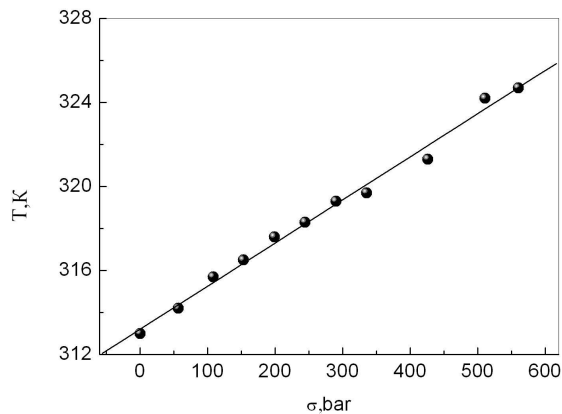


Рис. 3. Фазова σ, T -діаграма кристалів CuInP_2S_6 .

електричного поля в кристалах з фазовим переходом першого роду. Величина константи Кюрі-Вейсса (нахил залежностей $\varepsilon^{-1}(T)$ у параелектричній фазі при атмосферному тиску рівна $C_W=0,47 \cdot 10^4 \text{K}$, що характерно для сегнетоелектричних фазових переходів з впорядкуванням типу лад-безлад. При збільшенні одновісного тиску вона зростає із баричним коефіцієнтом $dC_W/d\sigma = 0,6 \text{ K/кбар}$. Відмітимо, що при дії високого гідростатичного тиску величина $dC_W/dp = -2,8 \text{ K/ГПа}$ [3]. На основі даних досліджень побудовано фазову σ, T -діаграму, представлену на рис. 3. Величина баричного зсуву температури ФП, визначеного за максимумом діелектричної проникності складає

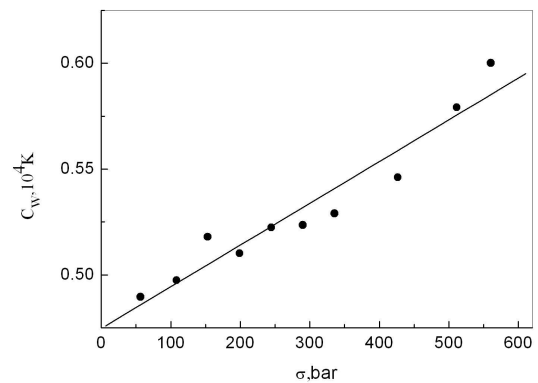
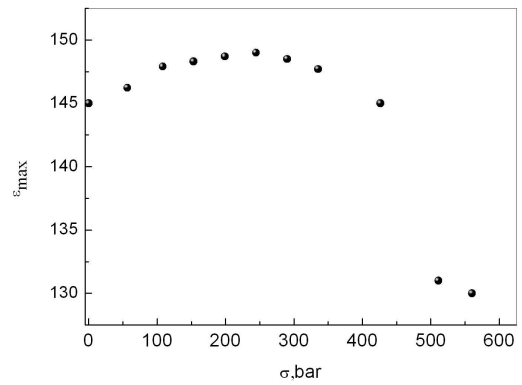


Рис. 2. Залежність максимального значення діелектричної проникності ε_{max} та константи Кюрі-Вейсса C_W від величини механічної напруги для кристалів CuInP_2S_6 .

$dT/d\sigma=20 \text{ K/кбар}$. Дана величина суттєво більша від значень аналогічних коефіцієнтів інших відомих сегнетоелектриків. Порівнюючи величину $dT/d\sigma$ із величиною dT/dp для кристалів CuInP_2S_6 можна передбачити, що вздовж кристалографічних напрямків [010] та [100] одновісний тиск практично не впливатиме на температуру фазового переходу.

Висновки

Вперше досліджено вплив одновісних тисків на діелектричні властивості кристалів CuInP_2S_6 . Встановлено вид фазової σ, T -діаграми та досліджено вплив одновісного тиску на діелектричні параметри досліджуваних кристалів. Поведінка величини константи Кюрі-Вейсса та максимуму діелектричної проникності відрізняється від їхньої поведінки при дії високого гідростатичного тиску.

Література

1. Paraelectric - ferroelectric transitions in the lamellar thiophosphate CuInP_2S_6 / A. Simon., J. Ravez, V. Maisonneuve, C. Payen, V. Cajipe // Chem.Mater. - 1994. - 6. – P. 1575 -1580.
2. Ferrielectric ordering in lamellar CuInP_2S_6 / V. Maisonneuve, V. Cajipe, A. Simon, V. Muhl, J.Ravez // Phys. Rev. B. - 1997. - 56. – P. 10860-10867.
3. Dielectric properties of CuInP_2S_6 crystals under high pressure / Shusta V.S., Prits I.P., Guranich P.P., Gerzanich E.I, Slivka A.G. // Condensed mater physics. - v.10, №1(49) - P. 91-94.

EFFECT OF UNIAXIAL PRESSURE ON DIELECTRIC PROPERTIES OF CuInP_2S_6 CRYSTALS

A.V. Shusta¹, A.G. Slivka¹, V.M. Kedylich¹, P.P. Guranich¹,
V.S. Shusta¹, E.I. Gerzanich¹, I.P. Prits²

¹Uzhhorod National University, 88000, Uzhhorod, Voloshina Str., 54

²Institute of Solid State Physics of Uzhhorod National University
88000, Uzhhorod, Voloshina Str., 54

Effect of uniaxial pressure ($\sigma < 200$ bar) on temperature dependences of dielectric properties of CuInP_2S_6 crystals was investigated. The σ, T -phase diagram of CuInP_2S_6 crystals was built.

Key words: ferrielectrics, uniaxial pressure, hydrostatic pressure, phase transitions, dielectric properties.

ВЛИЯНИЕ ОДНООСНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ CuInP_2S_6

О.В. Шуста¹, А.Г. Сливка¹, В.М. Кедюлич¹, П.П. Гуранич¹,
В.С. Шуста¹, Е.И. Герзанич¹, И.П. Приц²

¹Ужгородский национальный университет, 88000, Ужгород, ул. Волошина, 54

²Институт физики и химии твердого тела, Ужгородский национальный университет
88000, Ужгород, ул. Волошина, 54

В данной работе исследовано влияние одноосного давления ($\sigma < 200$ бар) на температурные зависимости диэлектрических свойств кристаллов CuInP_2S_6 с целью построения их фазовой σ, T -диаграммы.

Ключевые слова: сегнетизелектрики, одноосное давление, гидростатическое давление, диэлектрическая проницаемость, фазовые переходы.