ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА
Т. 5, № 2 (2004) С. 260-262

PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLID STATE
V. 5, № 2 (2004) P. 260-262

PACS: 42.79.Ek; 84.60.Jt

ISSN 1729-4428

Р.Д. Іванчук

Фотоелектричні властивості відпалених зразків CdTe, легованого залізом

Чернівецький Національний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58000

Наведено результати експериментальних досліджень фотопровідності і вольтамперних характеристик відпалених (T = 1174 K, $P_{Cd} = 2{,}24\cdot10^5$Па) зразків CdTe, легованого залізом. Виявлене явище залишкової провідності (ЗП) природа якого пов'язується з кластерами, що вміщують домішку заліза, а також явище поляризованої пам'яті при вимірюванні ВАХ.

Ключові слова: релаксація, фотопровідність, кластери.

Стаття поступила до редакції 19.05.2003; прийнята до друку 19.05.2004.

Загальне зниження рухливості електронів обумовлене розсіюванням на неоднорідностях, свідчить про неоднорідний розподіл домішок в об'ємі низькоомного шару, що підтверджується фотоелектричними дослідженнями відпалених зразків [1]. Освітлення таких зразків при 80 К монохроматичним випромінюванням (hν = 1,56-1,58 еВ) різної інтенсивності і після виключення збудження давало можливість спостерігати прямування величини струму до насичення при збільшенні інтенсивності збудження. Релаксація спаду фотопровідності дуже повільна. Час релаксації росте з часом, досягаючи в різних зразках 10^4-10^5 с. Швидке повернення до первинного стану досягається шляхом нагріву зразків до температур, що перевищують 100 К.

Проведені нами дальніші дослідження таких зразків показало. що часові залежності релаксації фотопровідності суттєво залежать від температури рис. 1.

Таким чином, має місце явище довготривалої релаксації або залишкової провідності (ЗП). Стан ЗП виникає при збудженні не тільки власним випромінюванням, але і домішковим, причому довгохвильова границя ЗП лежить біля 1,2 еВ (рис. 2). Цей факт, також незалежність ЗП від способу обробки поверхні зразків свідчить про об'ємний характер ЗП. Крім того, наявність чи відсутність границі i-n не впливало на характеристики ЗП, тобто i-n-перехід в даному випадку не є причиною ЗП. Існування ЗП не залежить від того протікав, чи не протікав струм через зразок під час освітлення його при низьких температурах. Вольтамперні характеристики (ВАХ) лінійні в стані ЗП і надлінійні в темноті (рис. 3). Вимірювання ВАХ проводились в стаціонарному режимі. Ми не спостерігали гасіння ЗП електричним полем до 100 В/см, а також гасіння ІЧ - випромінюванням. Щоб уникнути термічного розігріву зразка, вимірювання проводились в імпульсному режимі. Частота імпульсів 10^4 Гц, тривалість імпульсів 1 мкс. Напруга контролювалась імпульсним вольтметром В4-2. Рухливість електронів при освітленні зростає на 15-20 % і в стані ЗП перевищує темнову.

Для пояснення явищ, що спостерігались можна було би допустити наявність у відпалених зразках рекомбінаційного центру з дуже малим перерізом захоплення, так як це має місце для чистих зразків CdTe [2]. При цьому необхідно замість глибоких донорів розглядати двократноіонізовані акцептори, які виступають в нерівноважних умовах в ролі центрів повільної рекомбінації. з перерізом захоплення 10^{--25}-10^{-26}см^2 в нашому випадку.

Оскільки такі величини Sr для ізольованих центрів малоймовірні, крім того, не знаходить пояснення домішкова ЗП, то перевага надається моделі "колективних бар'єрів", яка на даний час використовується для пояснення ефектів ЗП широкого кола напівпровідникових сполук [3]. Потенціальні бар'єри, на яких проходить просторовий розподіл нерівноважних носіїв, в нашому випадку можуть бути зв'язані з кластерами, що вміщують домішку заліза.

На зразках з концентрацією кластерів ~10^{11}-10^{12} см$^{-3}$ [4], що відповідає концентрації Fe у зразках ~10^{18}-10^{19} см$^{-3}$ спостерігався ефект поляризованої пам'яті аналогічно як у [5]. Характерна залежність I = f(U) показана на рис. 4. Концентрація Fe складала $3\cdot10^{19}$ см$^{-3}$. Зразок відпалювався на протязі 120 годин

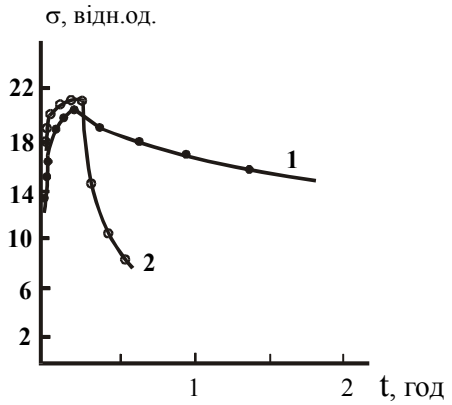

Рис. 1. Часові залежності релаксації фотопровідності при різних температурах 1 – 77 К, 2 – 80 К.

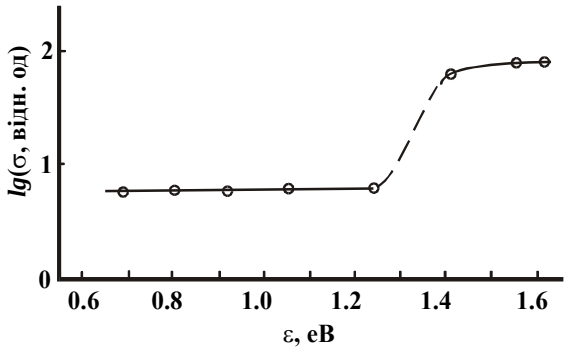

Рис. 2. Залишкова провідність зразків CdTe:Fe в залежності від енергії збудження.

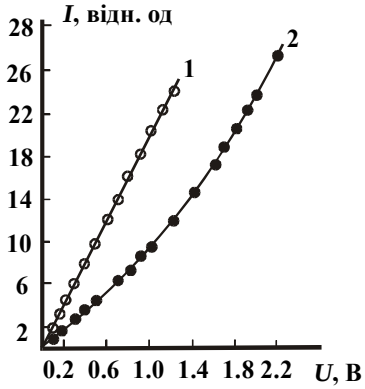

Рис. 3. Вольтамперні характеристики зразку CdTe:Fe 1 – в стані ЗП, 2 – у темряві.

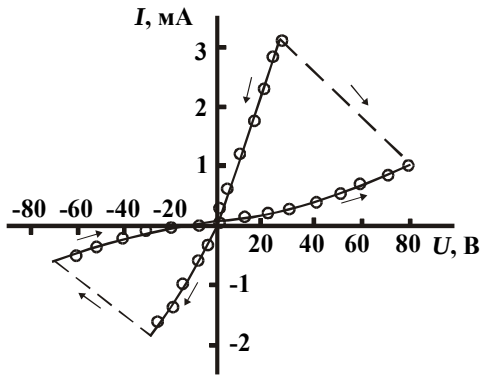

Рис. 4. Вольтамперна характеристика зразку CdTe:Fe: $N_{FE} = 4\cdot10^{19}$см$^{-3}$; $T_{відп} = 1173$ К; $P_{ca} = 2{,}24\cdot10^{5}$Па.

при 1173 К і $P_{Cd} = 2{,}24\cdot10^{5}$Па. Залежність I = f(U) знята при кімнатній температурі.

Як видно з графіка, при напрузі ~80 В проходить перемикання зразка з одного стану в інший. Для повернення зразка до початкового стану потрібно прикласти зворотню напругу ~70 В. Цей експериментальний факт можна пояснити аналогічно як в [6]. При накладанні сильного електричного поля кластери перекриваються між собою за рахунок утворення провідних містків між ними, які руйнуються при зменшенні поля, що відповідає S-подібним ВАХ, що спостерігаються (рис. 4).

[1] А.В. Савицкий, Е.С. Никонюк, Р.Д. Иванчук, О.А. Парфемюк, М.И. Илащук, В.В. Матлак. Электрические свойства отожженных кристалов CdTe:Fe // *ФТП*, 11(6), сс. 1173-1176 (1977).

[2] M.R. Lorens, B. Segall, H.H. Woodbary. Some Properties of a double-acceptor center in CdTe // *Phys. Rev.*, 134, pp 751-760 (1964).

[3] М.К. Шейкман, И.В. Маркевич, В.А. Хвостов. // *ФТП*, 5, 1904 (1971).

[4] Р.Д. Иванчук. Автореферат кандидатской дисертации. Черновцы. 1977.

[5] Г.А. Жолкевич, Л.А. Косяченко, В.И. Марченко, В.П. Махный. В сб. *"Физика, химия и техническое применение полупроводников A_2B_6"*. "Наукова думка" 81 с. К. (1976).

[6] Г.А. Жолкевич, П.А. Коцюмаха, А.И. Курлат, В.И. Марченко, Б.М. Собищанский. В. сб. *"Физика, химия и техническое применение полупроводников A_2B_6"*. "Наукова думка" 81 с. К. (1976).

- у

R.D. Ivanchuk

The Photoelectric Properties Annealed CdTe Samples Doped with Iron

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
2, Kotsubynskyy Str., Chernivtsi, 58012, Ukraine

The results of experimental investigations into photoconductivity and volt-ampere characteristics of annealed ($T = 1174$ K, $P_{Cd} = 2.24 \cdot 10^5$Pa) CdTe samples doped with iron have been given. The phenomenon of residual conductivity related to iron impurity containing clusters, as well as the phenomenon of polarized memory when measuring volt-ampere characteristics have been discovered.