

УДК 621.315.592

Р.Д. Іванчук, Д.Д. Іванчук
Поверхнєве магнітне упорядкування у кристалах CdTe:Fe

*Чернівецький Національний університет ім. Ю.Федьковича.
м. Чернівці.*

Приведено результати температурних досліджень магнітної сприйнятливості (χ) CdTe, легованого домішкою заліза. Виявлено ще один вид магнітного упорядкування пов'язаний з поверхнею легованого кристалу.

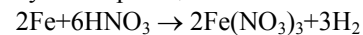
Ключові слова: магнітна сприйнятливість, магнітний фазовий перехід, магнітне упорядкування, кластери.

Стаття постуила до редакції 13.05.2002; прийнята до друку 23.09.2002

Як було показано в роботі [1] у монокристалічних зразках CdTe:Fe з концентрацією заліза, $N_{Fe} > 10^{19} \text{ см}^{-3}$, після відпалу ($T = 1173 \text{ K}$, $P_{Cd} = 2,24 \text{ ат} = 2,24 \cdot 10^5 \text{ Па}$) спостерігалось збільшення парамагнітної складової магнітної сприйнятливості на один-два порядки в залежності від концентрації N_{Fe} . Ці факти пояснюються магнітним упо-

залістосинеродистого в двонормальній азотній кислоті.

В результаті реакцій:



$4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{R}_4[\text{Fe}(\text{CN}_6)] \rightarrow \text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN}_6)]_3 + 12\text{KNO}_3$
з'явилося синє забарвлення, що свідчить про наявність берлінської блакиті після реакції із залізом.

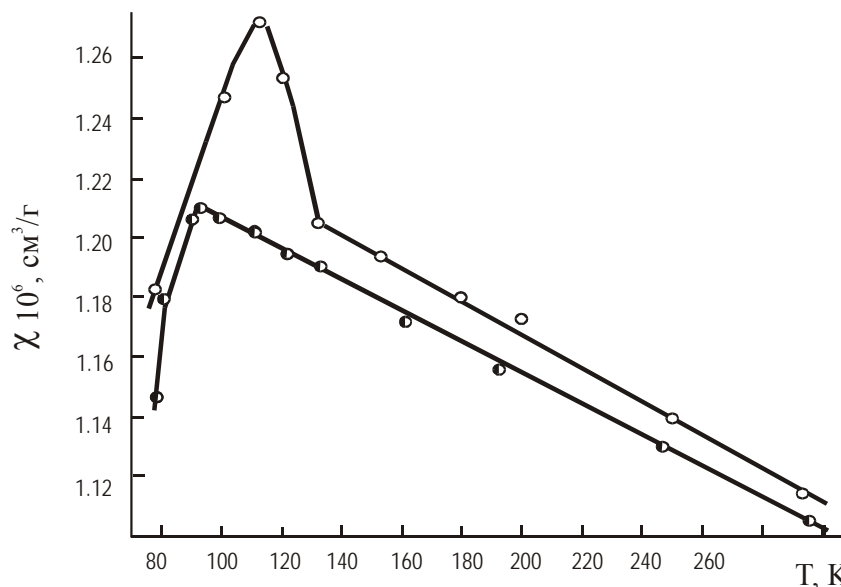


Рис. 1. Температурна залежність χ зразка CdTe:Fe ($N_{Fe} \sim 2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$), відпаленого при 1173 K і $P_{Cd} = 2,24 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

рядкуванням домішки Fe. Доказом служить виявлений при температурі $\sim 850 \text{ K}$ магнітний фазовий перехід у відпалених зразках з $N_{Fe} > 2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, а також анізотропія цих зразків з характерною кутовою залежністю. Магнітне упорядкування має місце в кластерах, які були виявлені методом кольорових реакцій заміщення на основі 1%-го розчину калію

Магнітне упорядкування має місце в об'ємі усього кристалу, де локалізовані кластери. Нами спостерігалось магнітне упорядкування домішки заліза на поверхні кристалів CdTe:Fe з концентрацією заліза $N_{Fe} \approx 2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ після високотемпературного відпалу ($T_{\text{відп.}} = 1173 \text{ K}$, $P_{Cd} = 2,24 \cdot 10^5 \text{ Па}$). Як видно з рис. 1, температурна залежність χ має вигляд кривої з

максимумом, що відповідає температурі фазового переходу. Магнітна сприйнятливість таких зразків після відпалу зросла майже на порядок, що свідчить про магнітне упорядкування, про це свідчить також вигляд кривої $\chi(T)$. Після травлення таких зразків на глибину до 40 мкм магнітна сприйнятливість за величиною і температурною залежністю ставала такою як і до відпалу.

В теоретичних роботах К.Д. Товстюка із співробітниками [2,3] показана можливість утворення упорядкування магнітних іонів на поверхні діамантного кристалу. Згідно з цими роботами упорядкування такого типу проходить навіть із-за умови, що концентрація адсорбованих на поверхні кристалу магнітних іонів менша за концентрацію вузлів основної речовини, що виходить на поверхню.

Існування такого упорядкування на поверхні, а також в об'ємі кристалу [1] можливе в зв'язку з особливостями поведінки домішки заліза під час високотемпературного відпалу під максимальним тиском пари кадмію. В роботі [4] відмічено, що процес міграції точкових дефектів, зокрема, домішок, пояснюється "прилипанням" (або комплексоутворенням). Таке комплексоутворення можливе між власними дефектами CdTe і домішкою заліза.

Теоретичні розрахунки, виконані [5] вказують на те, що при проведенні дифузії повільно дифундуючої домішки (в нашому випадку Cd), де уже знаходиться швидкодифундуюча домішка (в нашому випадку Fe) приводить до того, що випаровування швидкодифундуючої домішки в такому випадку повинно бути незначним.

Відомо також, що при високотемпературному відпалі під тиском пари кадмію кількість атомів заліза в стані Fe^{2+} зменшується [6]. Враховуючи викладене вище, можна допустити, що атоми заліза будуть взаємодіяти з іншими дефектами телуриду кадмію, наприклад дислокаціями. В результаті такої взаємодії утворюються кластери локалізовані на дислокаціях.

Таким чином, для кристалів з невеликою концентрацією домішки заліза ($N_{Fe} \approx 10^{19} \text{см}^{-3}$) спостерігається магнітне упорядкування на поверхні зразків. Такий факт можна пояснити недостатньою кількістю атомів Fe в об'ємі зразка для того, щоб утворилися кластери достатніх розмірів, в яких проходить магнітне упорядкування. Крім того частина заліза при відпалі залишається в стані Fe^{2+} [6], яка не приймає участі у кластеризації.

- [1] Е.И. Слынько, Р.Д. Иванчук, В.В. Слынько, А.В. Савицкий, К.Д. Товстюк. // *УФЖ*, **21**(4), сс. 663-666. (1976).
- [2] Б.А. Лукьянец, К.Д. Товстюк, И.В. Стасюк. // "Препринт" ИТФ, Р. 74 - 80 (1974).
- [3] В.А. Lukiyants, К.Д. Tovstyuk, I.V. Stasyuk // *Phys. stat. sol.*, **68**(387) (1975).
- [4] В.В. Болотов, А.В. Васильев, Л.И. Смирнов. // *ФТП*, **8**, Р. 1175 (1974).
- [5] В.А. Усков, В.В. Васкин. // В сб. "Физика полупроводников и полупроводниковая электроника", **5**, Саратов: Саратовский ун-т, сс. 38-42. (1975).
- [6] G.A. Slack, S. Roberts, J.T. Vallin. // *Phys. Rev.*, **187**(2), p. 511 (1969).

R.D. Ivanchuk, D.D. Ivanchuk

Surface magnetic ordering in CdTe:Fe crystals

Yu. Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi

The results of temperature investigations into magnetic susceptibility (χ) of CdTe doped with iron impurity have been given. One more type of magnetic ordering related to the surface of doped crystal has been discovered.