УДК 621.315.592

© 1999 р. П.Д. Мар'янчук, В.Д. Цеханський

Чернівецький державний університет ім.Ю.Федьковича, Чернівці

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ОБМІННОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВІД СКЛАДУ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$

На основі досліджень магнітної сприйнятливості кристалів $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ ($0<x\leq0,3$; $0<y\leq0,1$), проведених методом Фарадея в інтервалі температур 77÷360К, визначено парамагнітні температури Кюрі та інтеграли обмінної взаємодії, встановлено їх залежність від складу твердих розчинів.

On the basis of the reseach of magnetic crystals susceptibility $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ ($0<x\leq0,3$; $0<y\leq0,1$), wich were carried out by Faraday's method in the interval of temperatures from 77÷360K, it is determined Curie's paramagnetic temperatures and integrals of exchange interaction and it is established their dependence on solid solution composition.

Тверді розчини заміщення $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$, властивості яких частково висвітлені в роботах [1-3], відносяться до напівмагнітних напівпровідників.

Дослідження магнітної сприйнятливості кристалів $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ ($0<x\leq0,3$; $0<y\leq0,1$), одержаних методом Бріджмена, проведені методом Фарадея в інтервалі температур 77÷360 К з метою виявлення впливу на магнітні параметри фактора заміщення частини атомів телуру атомами селену. Одержані температурні залежності оберненої магнітної сприйнятливості атомів Mn (χ_{Mn}^{-1}), яку обчислювали наступним чином: $\chi_{Mn}^{-1}=(\chi-\chi_0)^{-1}$ (де χ - вимірювана магнітна сприйнятливість зразка $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$; $\chi_0=-0,34\cdot10^{-6}$ см^3/г – діамагнітна сприйнятливість HgTe, а магнітною сприйнятливістю вільних носіїв заряду і впливом селену нехтували), аналогічні залежностям $\chi_{Mn}^{-1}=f(T)$, які представлені та проаналізовані в роботі [1].

У [1] відзначалось, що особливості (злами), які спостерігаються на залежностях $\chi_{Mn}^{-1}=f(T)$, для $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ зумовлені переходом у парамагнітний стан кластерів різних розмірів і типів: Mn–Te–Mn–Te, Mn–Se–Mn–Se і змішаних Mn–Se–Mn–Te.

Автори роботи [4] в рамках високотемпературного наближення ($k_БT>>E_A$, де E_A – енергія обмінної взаємодії між атомами, які володіють власними магнітними моментами) одержали такий вираз для величини парамагнітної температури Кюрі θ:

$$\theta(x)=-(2/3)xS(S+1)\sum_p \Im_p \frac{Z_p}{k_Б}=\theta_0\cdot x, \quad (1)$$

де $\Im_p$ - інтеграл обмінної взаємодії для пари сусідів, $k_Б$ - постійна Больцмана, Z_p - число катіонних станів у p-координаційній сфері, а S=5/2 для атомів Mn. Константа θ_0 відповідає граничній величині $\theta(x)$ для гіпотетичного магнітного напівпровідника з x=1 і структурою напівпровідників типу $A^{II}B^{VI}$.

Вираз (1) дозволяє визначити величину обмінного інтеграла $\Im_1$ пари сусідів (пари атомів Mn у випадку $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$) в першій координаційній сфері (Z=12):

$$\frac{\Im_1}{k_Б}=\frac{3}{2}\frac{\theta_0}{ZS(S+1)}. \quad (2)$$

Екстраполяція до нуля усереднених в області високих температур залежностей $\chi_{Mn}^{-1}=f(T)$, які описуються законом Кюрі-Вейса:

$$\chi_{Mn}=C/(T-\theta), \quad (3)$$

дає значення θ для зразка з заданим складом "x" і "y".

Експериментальні залежності $\theta(x)$, які одержані для y=0,05 та y=0,1, є прямими лініями (рис.1). Екстраполяція цих залежностей до x=1 дає θ_0=–535 К (для y=0,05) і θ_0=–546 К (для y=0,1).

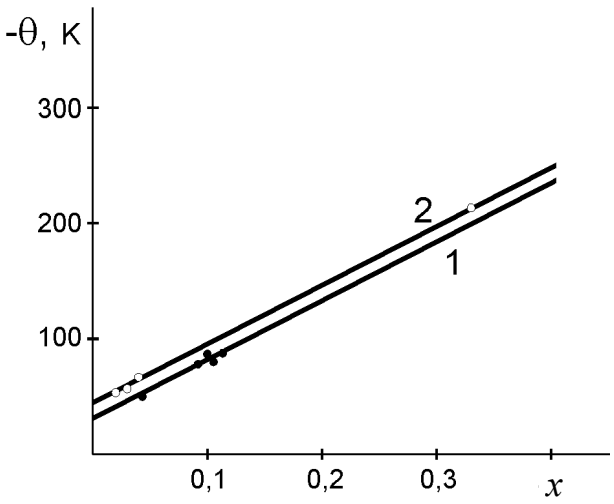

Рис.1. Залежність парамагнітної температури Кюрі від вмісту марганцю в зразках $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$. y=0,05 (1), y=0,1 (2).

Одержані значення θ_0 дозволяють визначити за формулою (2) величину обмінного інтегралу $\mathfrak{I}_1/k_Б$ =–7,6 К (для y=0,05) та $\mathfrak{I}_1/k_Б$ =–7,8 К (для y=0,1).

Ці результати вказують на те, що величина обмінного інтеграла (як "усереднена" величина для пар Mn–Te–Mn та Mn–Se–Mn в кристалах $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$) збільшується з ростом "y", оскільки збільшується кількість пар Mn–Se–Mn в кристалі, які характеризуються більшим за величиною $\mathfrak{I}_1/k_Б$ порівняно з парами Mn–Te–Mn [5].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Гавалешко Н.П., Марьянчук П.Д., Падалко А.М.* Особенности магнитной восприимчивости монокристаллов $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // Изв. вузов. Физика. - 1991. - **34**, №4. - С.60-62.
2. *Гавалешко Н.П., Марьянчук П.Д., Падалко А.М.* Влияние термообработки на кластерную и дефектную подсистемы кристаллов $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // Изв. вузов. Физика. - 1993. - **36**, №5. - С.48-51.
3. *Крылов К.Р., Леринман Н.К., Пономарев А.И., Сабирзянова Л.Д., Шелушинина Н.Г., Гавалешко Н.П., Марьянчук П.Д.* Магнитная восприимчивость и гальваномагнитные свойства полумагнитного полупроводника $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ФТП. - 1994. - **28**, вып.11. - С.1382-1392.
4. *Spalek J., Lewicki A., Tarnawski Z., Furduna J.K., Galaka R.R., Obuszco Z.* Magnetic susceptibility of semimagnetic semiconductors: the high-temperature regime and the role of superexchange // Phys. Rev. B. - 1986. - **33**, No.5. - P.3407-3418.
5. *Furdyna J.K.* Diluted Magnetic Semiconductors // J.Appl. Phys. - 1988. - **64**, No.4. - P.R29-R64.