

- [1] Стриха В. И. Теоретические основы работы контакта металл—полупроводник. Киев, 1974. 264 с.
 [2] Родерик Х. Контакт металл—полупроводник. М., 1983. 209 с.
 [3] Толлыго К. Б., Чайка Г. Е. // Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1966. Т. 30. № 5. С. 850—853.

Киевский государственный университет
 им. Т. Г. Шевченко

Поступило в Редакцию
 16 марта 1992 г.

УДК 539.143.44:538.285

© Физика твердого тела, том 34, № 8, 1992
 Solid State Physics, vol. 34, N 8, 1992

ТРЕХИМПУЛЬСНОЕ ТРЕХЧАСТОТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТРЕХУРОВНЕВУЮ СПИН-СИСТЕМУ

А. С. Ким

Наличие в кристалле спин-системы квадрупольных ядер с трехуровневым неэквидистантным энергетическим спектром позволяет осуществлять двухчастотное возбуждение квадрупольного спинового эха [1]. При воздействии сериями радиочастотных импульсов с частотами двух соседних переходов ($m+1 \leftrightarrow m$ и $m \leftrightarrow m-1$, где m — магнитное квантовое число) возникают сигналы откликов, количество, амплитуды и местоположения которых зависят от различных параметров импульсных последовательностей [2-5].

В данной работе рассмотрена возможность трехчастотного воздействия на многоуровневую квадрупольную спин-систему. Воздействие на спин-систему производится по программе (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ подается первый, через время $\tau_1 < T_2$ второй, а затем через время $\tau_2 < T_1$ третий радиочастотный импульс. Частоты заполнения этих РЧ импульсов равны частотам трех переходов.

Расчет, проведенный по методу матрицы плотности аналогично [3], приводит к следующим выражениям для трех случаев.

1) Пусть $\omega_1 = \omega_{m+1, m-1}$, $\omega_2 = \omega_{m+1, m}$, $\omega_3 = \omega_{m, m-1}$.

Тогда амплитуда сигнала будет равна

$$E_{m, m-1} = 2 (I'_x)_{m, m-1} \left\{ A (x, y, z) \omega_{m+1, m-1} \times \right. \\
 \left. \times \cos \omega_{m, m-1} \left\{ t - \left[2\tau_2 + \left(1 + \frac{\omega_{m+1, m-1}}{\omega_{m, m-1}} \right) \tau_1 \right] \right\} \right\}. \quad (1)$$

2) При $\omega_1 = \omega_{m, m-1}$, $\omega_2 = \omega_{m+1, m-1}$, $\omega_3 = \omega_{m+1, m}$ сигнал отклика наблюдается с амплитудой

$$E_{m+1, m} = 2 (I'_x)_{m+1, m} \left\{ B(x, y, z) \omega_{m, m-1} \times \right. \\ \left. \times \cos \omega_{m+1, m} \left\{ t - \left[2\tau_2 + \left(1 + \frac{\omega_{m, m-1}}{\omega_{m+1, m}} \right) \tau_1 \right] \right\} \right\}. \quad (2)$$

3) Если $\omega_1 = \omega_{m+1, m}$, $\omega_2 = \omega_{m, m-1}$, $\omega_3 = \omega_{m+1, m-1}$, то амплитуда отклика равна

$$E_{m+1, m-1} = 2 (I'_x)_{m+1, m-1} \left\{ C(x, y, z) \omega_{m+1, m} \times \right. \\ \left. \times \cos \omega_{m+1, m-1} \left\{ t - \left[2\tau_2 + \left(1 + \frac{\omega_{m+1, m}}{\omega_{m+1, m-1}} \right) \tau_1 \right] \right\} \right\}. \quad (3)$$

Здесь $(I'_x)_{m, m-1}$, $(I'_x)_{m+1, m}$, $(I'_x)_{m+1, m-1}$ элементы матрицы оператора I_x в представлении квадрупольного гамильтониана \mathcal{H}_Q . Функции $A(x, y, z)$, $B(x, y, z)$, $C(x, y, z)$ являются тригонометрическими функциями угловых длительностей радиочастотных импульсов. Появление этих функций связано с поведением матрицы эволюции квадрупольной спин-системы во время действия импульсов.

Как видно из выражений (1)–(3), все сигналы наблюдаются в момент времени

$$t = 2\tau_2 + \left(1 + \frac{\omega_{\text{перв. имп.}}}{\omega_{\text{трет. имп.}}} \right) \tau_1. \quad (4)$$

т. е. местоположение сигналов зависит от расстояний между импульсами τ_1 , τ_2 и отношения частот заполнения первого и третьего импульсов.

Амплитуды наблюдаемых сигналов пропорциональны частотам заполнения первых радиочастотных импульсов.

Список литературы

- [1] Гречишкин В. С., Айнбиндер Н. Е. // Письма в ЖЭТФ. 1967. Т. 5. С. 87–90.
- [2] Гречишкин В. С., Шишкин Е. М. // ФТГ. 1974. Т. 16. № 5. С. 1542–1544.
- [3] Айнбиндер Н. Е., Ким А. С. // Сб. «Радиоспектроскопия» (Пермь). 1979. № 12. С. 148–151.
- [4] Ким А. С. // Сб. «Радиоспектроскопия» (Пермь). 1989. № 19. С. 153–157.
- [5] Айнбиндер Н. Е., Ким А. С. // Изв. вузов. Радиофизика. 1979. Т. 22. № 11. С. 1403–1405.

Пермский государственный университет

Поступило в Редакцию
16 марта 1992 г.