

НЕЛИНЕЙНЫЕ СВОЙСТВА КВАЗИОДНОМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ $(\text{TGT})_2\text{I}_3$ НА СВЧ

И.Б.Вендик, А.Н.Ермоленко, В.В.Есипов,

А.Г.Родионов, Е.А.Серебрякова

Экспериментально обнаружена зависимость полной проводимости по отношению к СВЧ полю кристалла иодида тетрагидротетрацена (ТГТ) состава $(\text{TGT})_2\text{I}_3$ от величины постоянного тока, протекающего через кристалл ($f = 40$ ГГц, $T = 300$ К). Выделены два процесса: медленный, связанный с нагревом кристалла, и быстрый ($\tau < 10^{-7}$ сек). Наличие последнего не согласуется с известными теоретическими представлениями о процессах переноса в органических квазиодномерных металлах.

В квазиодномерных металлах при температуре выше пайерлсовского перехода электрическая нелинейность не наблюдалась, за исключением очевидного случая изменения проводимости за счет нагрева кристалла протекающим по нему током¹. Известная теоретическая модель² предсказывает, что нелинейность электропроводности не должна проявляться в квазиодномерных металлах выше температуры перехода полупроводник – металл. Ниже температуры перехода нелинейность может наблюдаться, что подтверждается экспериментально²⁻⁴.

В данной работе исследовалось воздействие на кристалл органического металла иодида тетрагидротетрацена (ТГТ) состава $(\text{TGT})_2\text{I}_3$ ($\sigma \approx 10^3 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ при $T = 300$ К) электромагнитного излучения на частоте $4 \cdot 10^{10}$ Гц. Измерялся коэффициент отражения от образца при пропускании через него синусоидального тока низкой частоты. Величина коэффициента отражения однозначно связана с полной проводимостью образца по отношению к СВЧ полю. Контакты, через которые к образцу подводился низкочастотный ток, вынесены за пределы области взаимодействия СВЧ поля с кристаллом, что исключает влияние явления на контактах на исследуемый процесс. Все исследования проводились при комнатной температуре.

Схема эксперимента приведена на рис.1.

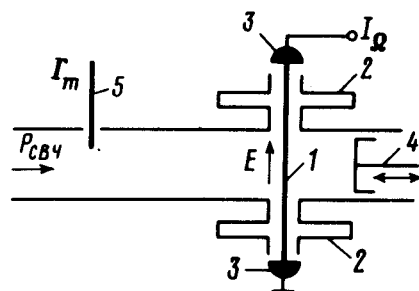


Рис.1

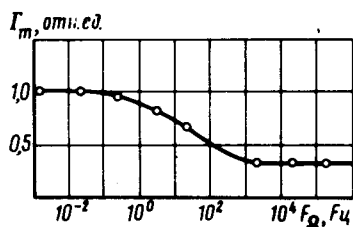


Рис.2

Образец 1 располагается посредине широкой стенки волновода параллельно вектору напряженности электрического поля. С помощью четвертьволновых короткозамкнутых радиальных резонаторов 2 в местах их включения обеспечивается холостой ход по СВЧ току, наводимому в образце. Низкочастотный ток подводится через контакты 3. Подвижной короткозамыкатель 4 в сочетании с подстроечными штырями обеспечивает необходимое согласование. С помощью зонда 5 измерительной линии измеряется коэффициент отражения.

Образец представляет собой кристалл $(\text{TGT})_2\text{I}_3$ длиной 1 см и поперечным сечением $30 \times 60 \text{ мкм}^2$ с контактами, выполненными из аквадага. Уровень СВЧ мощности в непрерывном режиме не более 2 мВт, амплитуда синусоидального тока через образец не более 5 мА.

На рис. 2 приведены результаты измерения амплитуды модуляции коэффициента отражения Γ_m в функции от частоты синусоидального тока, пропускаемого через образец. Из при-

Кристаллы синтезированы Э.Б.Ягубским, Г.И.Зверевой.

веденного графика видно, что имеет место два вида процессов, определяющих изменение СВЧ проводимости образца при протекании по нему низкочастотного тока. Медленный, по всей вероятности, является тривиальным проявлением нагрева кристалла. Действительно, при измерении проводимости образцов на постоянном токе четырехзондовым методом наблюдалось отклонение вольт-амперной характеристики от линейного закона, которое исчезало при импульсном режиме питания, исключающем нагрев кристалла.

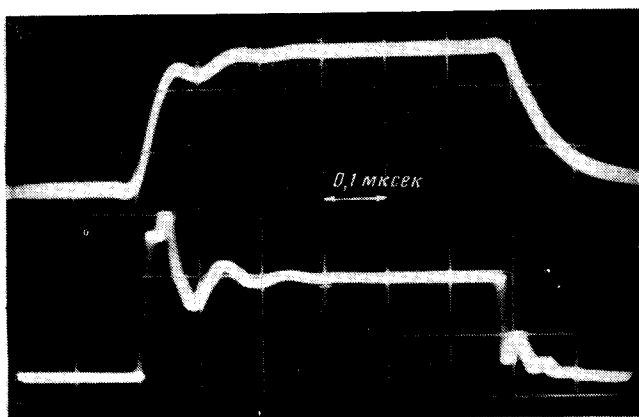


Рис.3

Быстрый процесс проявляется на частотах более 10^3 Гц, и до частоты 10^6 Гц его интенсивность не изменяется. Для получения дополнительной информации о быстром процессе использовалось питание образца не гармоническим, а импульсным током. На рис.3 приведены осциллограммы импульса тока длительностью 0,6 мксек через кристалл (нижняя осциллограмма) и импульс сигнала с зонда измерительной линии. Этот сигнал характеризует изменение коэффициента отражения, вызванное протекающим через кристалл током. Наблюдаемое искажение формы импульса связано, главным образом, с инерционностью измерительной линии. Из осциллограммы видно, что постоянная времени быстрого процесса менее 10^{-7} сек.

Таким образом, при комнатной температуре обнаружено влияние гармонического или импульсного тока, протекающего через образец $(\text{TlTl})_2\text{I}_3$, на величину его проводимости в СВЧ поле. Полученный результат не предсказан теоретически и экспериментально ранее не наблюдался. Малая инерционность процесса свидетельствует об электронном характере наблюдаемой нелинейности.

Авторы искренне признательны И.Ф.Щеголеву за поддержку и плодотворное обсуждение, а также Л.И.Буравову, Р.М.Власовой и Э.Б.Ягубскому за интерес к работе.

Литература

1. Seeger K. Solid State Comm., 1976, 19, 245.
2. Patrick M.L., Rowland T.J. Phys. Rev., 1981, B23, 752.
3. Cohen M.J., Gunning W.J., Heeger A.J. Quasi One-Dimensional Conductors. ed. by S.Barišić, A.Bjeliš, J.R.Cooper, B. Leontić (Springer, Berlin), 1979, 279.
4. Maurer W., Seeger K. Ibid., 287.