

О ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Х.С.Каримов

Исследование тензочувствительности низкоразмерных органических материалов может дать дополнительную информацию о процессах электропроводности при деформации образца [1]. Кроме того, это представляет практический интерес с точки зрения разработки тензорезисторов и других элементов, используемых в электронной технике.

На величину тензочувствительности, по-видимому, влияют такие факторы, как размерность и дефектность образцов. В настоящей работе обобщены как ранее опубликованные, так и новые результаты по тензочувствительности ряда квазиодно- и двумерных, а также высокоанизотропных органических материалов.

Объектами исследования являлись блочные (двойниковые) и однородные кристаллы 2N-метил-метил-тиуроний-тетрацианхинон-диметана ($2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$), трифенилметилфосфоний-тетрацианхинон-диметана ($\text{Ph}_3\text{MeP}(\text{TCNQ})_2$) (квазиодномерные полупроводники), пластинчатые и однородные кристаллы трииодида бис (этилендитиоло) тетратиофульвалена ($(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$) (квазидвумерный металл), а также образцы структурированной композиции ПАН углеволокон с поли-N-эпоксипропилкарбазолом (ПЭК) (высокоанизотропный материал).

Исследование тензочувствительности проводилось на установке с упругой балкой, работающей на изгиб [2], по известной методике. Измерение сопротивлений образцов осуществлялось в направлении длинной оси кристаллов (вдоль оси стопок молекул TCNQ или ПАН углеволокон на образцах композиции и т.д.). В этом же направлении оценивалась деформация образца. Структуры $\text{Ph}_3\text{MeP}(\text{TCNQ})_2$ и ПАН углеволокон приведены в [3,4]. Физические свойства $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$ впервые описывались в [5].

В таблице приведены значения продольных коэффициентов тензочувствительности K ($K = \Delta R/R_0\varepsilon$, где R_0 — начальное сопротивление образца, ΔR — приращение сопротивления с деформацией, ε — относительная деформация) низкоразмерных органических материалов, определенные при деформации $5 \cdot 10^{-4}$ по графикам зависимостей $\Delta R/R_0(\varepsilon)$.

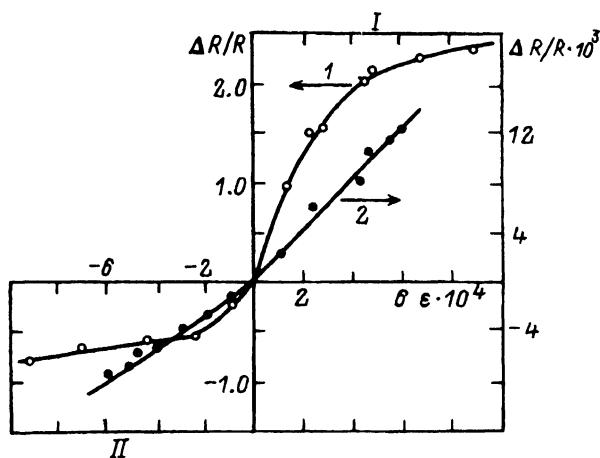
На рисунке приведены зависимости $\Delta R/R_0(\varepsilon)$ блочного (кривая 1) и однородного (кривая 2) кристаллов $2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$. Зависимость $\Delta R/R_0(\varepsilon)$ на блочных кристаллах является нелинейной и асимметричной, на однородных — линейной и симметричной при растяжении и сжатии образца.

Из приведенных результатов следует, что тензочувствительность блочных кристаллов значительно выше, чем однородных. Поэтому представлялось целесообразным выяснить стабильность столь высокого тензоэффекта при длительном нагружении. Проведенные на блоч-

Материал	Коэффициент тензочувствительности	Литература
$2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$ (монокристалл) Блочные Однородные	4000–6000 (растяжение), 500–1500 (сжатие) 20–30 (растяжение), 15–20 (сжатие)	[6]
$\text{Ph}_3\text{MeP}(\text{TCNQ})_2$ (монокристалл) Блочные Однородные	2000–4000 (растяжение), 500–1000 (сжатие) 100–140 (растяжение), 70–80 (сжатие)	[7]
$(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$ (монокристалл) Пластинки Иголки	200–240 (растяжение), 800–850 (сжатие) 30–40	[7]
ПАН углеволокна и ПЭПК (композиция) ПАН углеволокна	(-2.0)–2.0 3.0–6.0	[8]

ных кристаллах эксперименты показали следующее: при постоянной деформации растяжения или сжатия, равной $3 \cdot 10^{-4}$, в течение 4–6 час $\Delta R/R_0$ практически не изменяется, как и в $\text{Ph}_3\text{MeP}(\text{TCNQ})_2$ [6]. Следует отметить, что высокая тензочувствительность блочных кристаллов $2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$ является воспроизводимой при длительном и многократном нагружении, что было установлено периодическими испытаниями в течение 4 лет.

Пластинчатые кристаллы $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$ являются более дефектными, чем игольчатые кристаллы [5], и полученные на них зависимости



Зависимость сопротивления от деформации при комнатной температуре на блочном (1) и однородном (2) кристаллах $2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$.

I — растяжение, II — сжатие.

$\Delta R/R_0(\varepsilon)$ качественно являются такими же, как на блочных и однородных кристаллах $\text{Rh}_3\text{MeP}(\text{TCNQ})_2$ или $2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$.

Образцы ПАН углеволокон с ПЭПК представляли собой структурированные композиции: параллельные пучки ПАН углеволокон были разделены прослойками ПЭПК. Эти образцы в отличие от самих ПАН углеволокон в среднем показывали нулевой тензоэффект.

Высокая тензочувствительность блочных кристаллов $\text{Rh}_3\text{MeP}(\text{TCNQ})_2$ и $2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$ в силу близости их электрофизических свойств, по-видимому, определяется свойствами межблочных областей — значительным изменением их электропроводности при деформации, что может быть использовано при разработке высокочувствительных тензодатчиков.

С другой стороны, низкая тензочувствительность композиции ПАН углеволокон с ПЭПК, возможно, обусловлена “компенсацией” суммарного тензоэффекта в силу различного характера деформации ПАН углеволокон (например, продольное растяжение) и прослойки ПЭПК (поперечное сжатие). Подобные композиционные структуры применимы в принципе при разработке устойчивых к деформации резисторов (с точки зрения стабильности их сопротивлений) и других элементов.

Таким образом, анализ приведенных данных позволяет сделать следующий вывод: с понижением степени совершенства или размерности образцов тензочувствительность значительно возрастает. При создании композиций с различным характером деформации составляющих ее компонент тензочувствительность снижается.

Автор выражает глубокую благодарность В.С.Русских и Г.Г.Абашеву за предоставление кристаллов $2\text{CH}_3\text{MT}(\text{TCNQ})_2$ и Ахмедову Х.М. за помощь в получении образцов композиции ПАН углеволокон с ПЭПК.

Список литературы

- [1] Берлин А.А., Бродзели М.И., Власова Р.М. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1978. Т. 4. Вып. 15. С. 885–888.
- [2] Каримов Х.С., Ахмедов Х.М., Мавлонов Ш. Устройство для исследования тензорезистивного эффекта. Деп. в ВИНТИ. № 7227-В87. М., 1988.
- [3] McPail A.T., Semeniuk G.M., Chesnat D.B. // J. Chem. Soc. A. 1971. N 13. P. 2174–2180.
- [4] Левит Р.М., Райкин В.Т. Углеродные волокна и волокнистые материалы с регулируемыми электрофизическими свойствами и изделия на их основе. М.: Обзорная информация НИИТЭХИМ, 1978. 52 с.
- [5] Ягубский Э.Б., Шеголев И.Ф., Лаутин В.Н. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1984. Т. 39. Вып. 1. С. 12–15.
- [6] Адгамов А.А., Каримов Х.С., Мавлонов Ш. // ДАН СССР. 1991. Т. 318. № 1. С. 92–96.
- [7] Каримов Х.С., Лаутин В.Н., Ахмедов Х.М., Лаутина Е.Э. // Докл. АН ТаджССР. 1991. Т. 34. № 2. С. 95–98.
- [8] Каримов Х.С., Ахмедов Х.М., Муинов Т.М., Мавлонов Ш.М. // Высокомолек. соед. 1991. Т. 32-Б. № 5. С. 339–341.

Физико-технический институт им. С.У.Умарова
Душанбе

Поступило в Редакцию
17 марта 1993 г.