

Переходный фототок в структурах аморфный, пористый полупроводник–кристаллический полупроводник

© Л.П. Казакова, Э.А. Лебедев

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, 194021 Санкт-Петербург, Россия

(Получена 3 июня 1997 г. Принята к печати 14 июля 1997 г.)

Проведено исследование переходного фототока в структурах аморфный (пористый) полупроводник–кристаллический полупроводник методом измерения времени пролета в условиях дрейфа малого заряда в образце. В структурах использовались аморфные материалы системы Se–As, пористый Si, а также кристаллические полупроводники Si и CdSe. Определены значения дрейфовой подвижности носителей заряда в слоях, входящих в структуры. Показано, что появление максимума на кривых переходного фототока, полученных в структурах, обусловлено эффектом ускорения носителей заряда на границе между аморфным (пористым) слоем и кристаллом. Установлено влияние этого эффекта на значение дрейфовой подвижности и величину дисперсионных параметров.

Введение

Структуры аморфный полупроводник–кристаллический полупроводник нашли широкое применение в электронике. На их основе созданы передающие телевизионные трубки [1,2]. Подобные структуры также используются в элементах памяти и переключателях [3]. Структуры пористый кремний–кристаллический кремний перспективны для создания источников излучения в видимой области спектра [4,5]. Вследствие особенности технологии получения слоев пористого кремния (*por-Si*) на поверхности кристаллического кремния (*c-Si*) структура (*por-Si*)–(*c-Si*) представляет собой единое целое. Отделение слоя пористого кремния от кристаллического связано с дополнительными технологическими операциями, при которых возможно изменение электрических свойств слоя.

В связи с этим для поиска путей улучшения характеристик приборов, а также для изучения процесса перехода носителей заряда из аморфной фазы в кристаллическую возникает необходимость исследования переноса носителей заряда в образцах, представляющих собой структуру аморфный (пористый) полупроводник–кристаллический полупроводник. Поскольку аморфные и пористые материалы обладают высоким сопротивлением и дрейфовая подвижность носителей заряда в них имеет низкие значения, для исследования переноса применяется метод измерения времени пролета (TOF) [6].

Данная работа направлена на определение подвижности методом TOF в слоях аморфных и пористых полупроводников, входящих в структуры, а также на выяснение влияния границы между аморфным (пористым) и кристаллическим полупроводниками на форму переходного фототока и основные характеристики переноса носителей заряда.

Методика эксперимента

В качестве объекта исследований использовались структуры (*por-Si*)–(*c-Si*), (*a-As₂Se₃*)–(*c-Si*), (*a-As₂Se₃*)–(*c-CdSe*), (*a-Se₉₅As₅*)–(*c-CdSe*) и (*a-Se₉₅As₅*)–(*a-Se*). Вы-

бор аморфных полупроводников системы Se–As обусловлен тем, что в этих материалах достаточно хорошо изучен перенос носителей заряда. Использование структур на основе аморфных материалов системы Se–As позволяет провести сравнение характеристик переноса в структуре и монослое.

Структуры на основе аморфных полупроводников изготавливались следующим образом. Слой аморфного материала напылялся методом термического испарения в вакууме на пластины кристаллических полупроводников (*p-Si*, *n-CdSe*) или на напыленный ранее слой *a-Se*, подложкой для которого служила стеклянная пластинка с нанесенным на нее слоем алюминия или In_2O_3 . Этот металлический слой или кристаллическая подложка использовались в качестве нижнего электрода. Верхним электродом служила напыленная в вакууме на аморфный слой полупрозрачная пленка алюминия. Площадь верхних электродов была обычно $3 \div 7 \text{ мм}^2$. Толщина аморфных слоев составляла $0.2 \div 1.5 \text{ мкм}$.

Для приготовления слоя пористого Si использовались полированные пластины кристаллического Si (100) *p*-типа проводимости, легированного бором, с удельным сопротивлением $4 \div 5 \text{ Ом} \cdot \text{см}$. Толщина слоя пористого Si составляла $5 \div 7 \text{ мкм}$. Образцы для исследований представляли собой структуру (*por-Si*)–(*c-Si*). На слой пористого Si напылялся в вакууме полупрозрачный электрод из хрома или алюминия. В качестве второго электрода служила пластина кристаллического Si. Сопротивление образцов составляло $10^9 \div 10^{10} \text{ Ом}$.

Исследования проводились методом TOF в условиях дрейфа в образце малого заряда, не влияющего на распределение электрического поля (F) [6]. Значение дрейфовой подвижности носителей заряда (μ) определялось из соотношения

$$\mu = L/t_T F, \quad (1)$$

где t_T — время пролета носителей заряда через исследуемый слой, L — толщина слоя. Инжекция неравновесных носителей заряда в образец осуществлялась с

помощью излучения азотного лазера ЛГИ-21 с длиной волны 0.337 мкм и длительностью импульса ~ 8 нс. Измерения проводились на одиночных импульсах. Постоянная времени измерительной цепи была значительно меньше времени пролета ($RC \ll t_T$).

Время пролета находилось из кривых переходного фототока $I(t)$, форма которых зависела от характера переноса носителей заряда в материале [7–9]. В условиях нормального (гауссова) переноса на зависимости $I(t)$ имеется участок слабого изменения тока во времени t — “квазиплато”, за которым следует быстрый спад тока. По излому тока при переходе от первого участка ко второму определяется время пролета t_T .

В условиях дисперсионного переноса, характерного для аморфных полупроводников, зависимость $I(t)$ представляет собой непрерывный спад тока во времени, который описывается разными степенными функциями до и после времени пролета [7,9]:

$$I(t) \sim t^{-(1-\alpha_i)} \text{ при } t < t_T \text{ и } t \sim t^{-(1+\alpha_f)} \text{ при } t > t_T, \quad (2)$$

где α_i и α_f — дисперсионные параметры ($0 < \alpha_i, \alpha_f < 1$). Время пролета в этом случае определяется по излому, появляющемуся на кривых $I(t)$ при их перестройке в двойном логарифмическом масштабе. Следствием неравновесности процесса дисперсионного переноса является наличие зависимости дрейфовой подвижности от времени, из которой следует зависимость подвижности от толщины образцов и напряженности электрического поля [7,9]: $\mu \sim (F/L)^{(1/\alpha)-1}$, где α — параметр, характеризующий степень дисперсионности процесса переноса ($0 < \alpha < 1$). Чем выше значение α , тем меньше степень дисперсионности и тем ближе перенос к гауссову.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что характерной особенностью переходных фототоков, наблюдаемых в структурах аморфный (пористый) слой–кристалл, является наличие максимума на кривых $I(t)$ в некоторый момент времени t_m (рис. 1–4). На рисунках время t_m указано стрелками. Время t_m изменялось обратно пропорционально приложенному напряжению (U). Таким же образом ведет себя время пролета t_T .

Следует отметить, что форма кривых $I(t)$, полученных на структурах, по виду близка к характерной для переходного тока, ограниченного пространственным зарядом (ТОПЗ). Однако величина фототока в структурах была значительно меньше (на $2 \div 3$ порядка) той, которая должна наблюдаться в условиях ТОПЗ [10]. Кроме того, фототок изменялся прямо пропорционально интенсивности инжектирующего излучения.

Таким образом, форма кривых фототока, наблюдаемого в структурах, не связана с влиянием пространственного заряда.

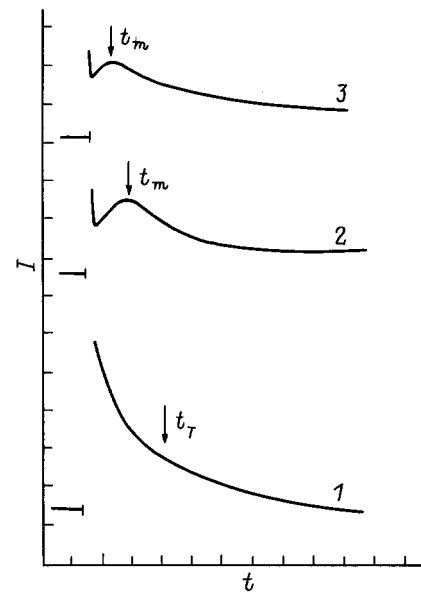


Рис. 1. Осциллограммы переходного фототока $I(t)$, соответствующего дрейфу дырок в монослое $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ толщиной 1.3 мкм (1) и структуре $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-Si)}$ (2, 3). Напряжение $U, В$: 1, 3 — 6; 2 — 3. Масштаб по оси t — 20 мкс/дел, по оси I — 0.1 (1, 3), 0.05 (2) мкА/дел.

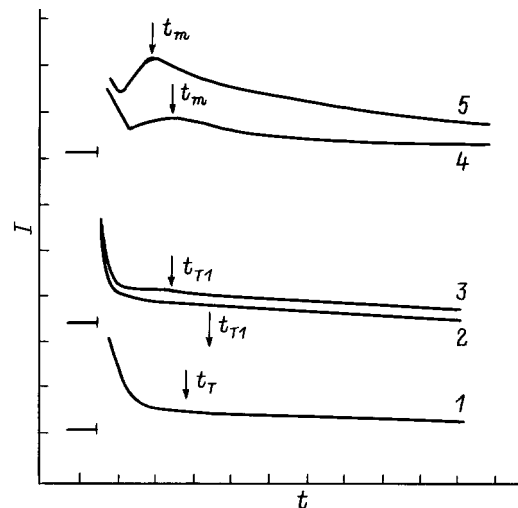


Рис. 2. Осциллограммы переходного фототока $I(t)$, соответствующего дрейфу дырок в монослое $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ толщиной 0.24 мкм (1) и структуре $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-CdSe)}$ (2–5). Напряжение $U, В$: 1, 3 — 3; 2 — 2; 4 — 4; 5 — 5. Масштаб по оси t — 1 (1–3), 0.5 (4, 5) мкс/дел; масштаб по оси I — 3 (1), 2 (2, 3), 10 (4), 20 (5) мкА/дел.

В работе сопоставлялись значения t_m и t_T , полученные соответственно в структуре и монослое, входящем в структуру, при одинаковых напряжениях. На рис. 1, 2, 5 представлены осциллограммы переходных токов, наблюдаемых в монослоях $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ и $a\text{-Se}_{95}\text{As}_5$. Из рисунков видно, что форма кривых $I(t)$ в $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ (рис. 1, 2, кривые 1) типична для дисперсионного переноса, а в

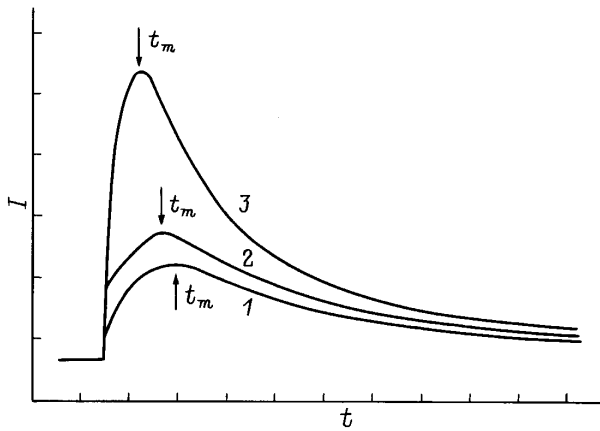


Рис. 3. Осциллограммы переходного фототока, соответствующего дрейфу дырок в структуре \$(por-Si)-(c-Si)\$. Напряжение \$U, В\$: 1 — 15, 2 — 20, 3 — 30. Масштаб по оси \$t\$ — 2 мкс/дел; по оси \$I\$ — 0.3 мкА/дел.

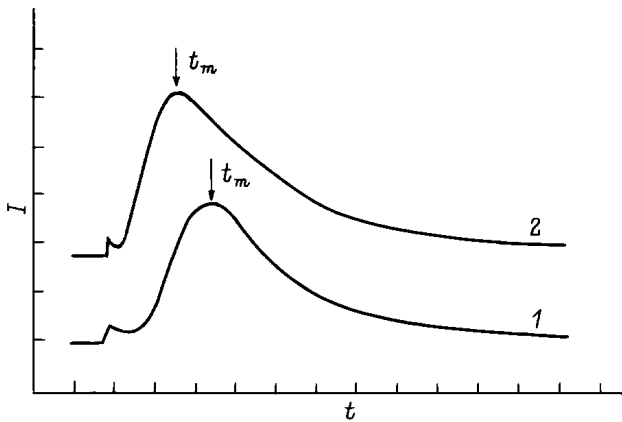


Рис. 4. Осциллограммы переходного фототока, соответствующего дрейфу электронов в структуре \$a-Se_{95}As_5\$ (1.1 мкм)–\$c-CdSe\$ (100 мкм). Напряжение \$U, В\$: 1 — 6.4, 2 — 12.8. Масштаб по оси времени — 10 мкс/дел, по оси тока — 0.2 мкА/дел.

\$a-Se_{95}As_5\$ (рис. 5, кривые 1, 2) близка к характерной для нормального (гауссова) переноса. Время пролета в слоях \$a-As_2Se_3\$ определялось при перестройке зависимости \$I(t)\$ в двойном логарифмическом масштабе (рис. 6, кривая 1), а в слоях \$a-Se_{95}As_5\$ непосредственно из осциллограмм переходного фототока. На рисунках время пролета указано стрелкой. Значения дрейфовых подвижностей дырок (\$\mu_h\$) в \$a-As_2Se_3\$ и электронов (\$\mu_e\$) в \$a-Se_{95}As_5\$ составили \$\sim 6 \cdot 10^{-5}\$ и \$\sim 8 \cdot 10^{-5}\$ см\$^2/В \cdot с\$ соответственно.

Сопоставление значений \$t_m\$ и \$t_T\$ показало, что они могут существенно отличаться друг от друга. Так, в структурах \$(a-As_2Se_3)-(c-Si)\$ и \$(a-As_2Se_3)-(c-CdSe)\$ \$t_T \simeq (1.5 \div 3)t_m\$. В то же время в структуре \$(a-Se_{95}As_5)-(c-CdSe)\$ значения \$t_m\$ и \$t_T\$ близки (\$t_m \lesssim t_T\$). В соответствии с установленными соотношениями получена разница в значениях дрейфовых подвижностей носителей заряда, определенных из \$t_m\$ и \$t_T\$ согласно формуле (1).

Исследования показали, что вид переходного фототока в структурах аморфный (пористый) полупроводник–кристаллический полупроводник аналогичен наблюдаемому в двухслойной структуре \$(a-Se_{95}As_5)-(a-Se)\$ (рис. 5). В такой структуре сопротивления и диэлектрические постоянные первого и второго слоев близки, поэтому электрическое поле в ней должно распределяться приблизительно равномерно. В то же время значение дрейфовой подвижности электронов в слое \$a-Se_{95}As_5\$ на 2 порядка меньше, чем в \$a-Se\$, в котором \$\mu_e = 6 \cdot 10^{-3}\$ см\$^2/В \cdot с\$. В работе [11] было показано, что появление максимума на кривых \$I(t)\$, наблюдаемых в структуре \$(a-Se_{95}As_5)-(a-Se)\$, обусловлено ускорением носителей заряда при их переходе из первого слоя структуры во второй. Поскольку дрейфовая подвижность носителей заряда в аморфном (пористом) слое значительно меньше, чем в кристалле, то подобным образом может быть объяснена и форма кривых \$T(t)\$, полученных в структурах аморфный (пористый) полупроводник–кристаллический полупроводник.

Согласно представлениям, развитым в работах [11,12], фототок в двухслойной структуре, состоящей из слоев с низкой и высокой подвижностью носителей заряда, при наличии прозрачной границы между слоями имеет две составляющие: \$I(t) = I_1(t) + I_2(t)\$, \$I_1(t) = eq_1(t)\mu_1 F/L\$ и \$I_2(t) = eq_2(t)\mu_2 F/L\$, где \$e\$ — заряд электрона, \$\mu_1, \mu_2\$ и \$q_1(t), q_2(t)\$ — подвижность и количество носителей заряда в первом и втором слоях структуры

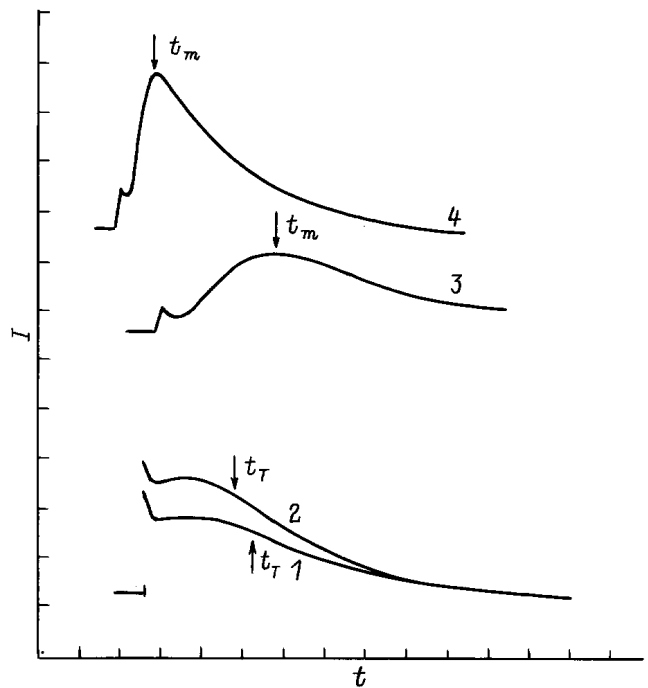


Рис. 5. Осциллограммы переходного фототока, соответствующего дрейфу электронов в монослое \$a-Se_{95}As_5\$ толщиной 0.95 мкм (1, 2) и структуре \$a-Se_{95}As_5\$ (0.95 мкм)–\$a-Si\$ (1.45 мкм) (3, 4). Напряжение \$U, В\$: 1 — 3.8; 2 — 4.8, 3 — 12.8, 4 — 25.6. Масштаб по оси времени — 10 мкс/дел, по оси тока — 0.2 (1, 2), 0.1 (3, 4) мкА/дел.

соответственно, L — суммарная толщина структуры. При $q_2\mu_2 > q_1\mu_1$ доминирует второй член, $I_2(t)$, в котором $q_2(t) \sim \int_{t_{T1}}^{t_{T1}+t_{T2}} P(L_1, t) \mu_1 F dt$, где $P(L_1, t)$ — плотность делокализованных носителей заряда на границе между слоями, t_{T1} и t_{T2} — время пролета носителями заряда первого и второго слоя соответственно. Если t_{T2} достаточно мало, чтобы считать в течение этого времени $P(L_1, t)$ постоянной величиной, то $q_2 \sim P(L_1, t)$ и, следовательно, $I(t) \sim I_2(t) \sim P(L_1, t)$. Таким образом, зависимость $I(t)$ в данном случае отражает изменение во времени плотности делокализованных носителей заряда на границе. Время t_m соответствует максимуму функции $P(L_1, t)$. В работах [13,14] показано, что t_m практически совпадает с временем пролета носителей заряда через слой с низкой подвижностью ($t_m \simeq t_T$) в условиях нормального (гауссова) переноса и может существенно отличаться от t_T в условиях дисперсионного переноса: $t_m/t_T \sim [(1/\sqrt{2}) + (1/\alpha\sqrt{2})]^{-(1/\alpha)}$. Использование этой формулы дает экспериментально установленное в структурах $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-CdSe)}$ и $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-Si)}$ соотношение между t_m и t_T при значениях $\alpha = 0.7 \div 0.8$. Этот результат хорошо согласуется с данными, полученными в работе [15] при исследовании зависимости дрейфовой подвижности дырок в $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ от толщины образцов и напряженности электрического поля, из которых следуют такие же значения дисперсионного параметра α . Совпадение значений t_m и t_T , полученное в структурах $(a\text{-Se}_{95}\text{As}_5)\text{-(c-CdSe)}$ и $(a\text{-Se}_{95}\text{As}_5)\text{-(a-Se)}$, свидетельствует о нормальном (гауссовом) характере переноса в $a\text{-Se}_{95}\text{As}_5$.

Таким образом, проведенный анализ показал, что для объяснения экспериментальных данных, полученных на структурах аморфный (пористый) слой–кристалл, могут быть привлечены представления о переносе носителей заряда в двухслойной структуре, состоящей из материалов с низкой и высокой подвижностью носителей заряда. В этом случае слой аморфного (пористого) материала — слой с низкой подвижностью, а в качестве слоя с высокой подвижностью служит тонкий, относительно высокоомный слой кристаллического полупроводника вблизи границы с аморфным материалом, на котором садится часть приложенного напряжения. Более высокие значения дрейфовой подвижности, полученные в слое $a\text{-Se}_{95}\text{As}_5$ ($\mu_e \simeq 8 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$), по сравнению с определенными для этого материала из t_m в структуре $(a\text{-Se}_{95}\text{As}_5)\text{-(c-CdSe)}$ ($\mu_e \simeq 7 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$) свидетельствуют о наличии перераспределения приложенного напряжения в структуре. В то же время относительно небольшая разница в этих значениях указывает на то, что падение напряжения в кристалле невелико.

Из анализа экспериментальных данных следует, что возможны являются также случаи:

- носители заряда не попадают в кристалл из-за барьера на границе аморфный (пористый) слой–кристалл;
- кристалл играет роль низкоомного контакта; в таком случае характеристики переноса, полученные для структуры, не должны отличаться от установленных для слоя.

Результаты, полученные нами для структуры $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-CdSe)}$ в низких электрических полях, видимо, обусловлены влиянием барьера на границе аморфный слой–кристалл. Исследования показали, что в области электрических полей $F \lesssim 6 \cdot 10^4 \text{ В/см}$ зависимость $I(t)$ в структуре $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-CdSe)}$ (рис. 2, кривая 2 и рис. 6 кривая 4) представляет собой непрерывный спад тока во времени, аналогичный наблюдаемому в слое $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ (рис. 1, 2, 6, кривые 1). Из этой зависимости согласно выражению (2) были определены значения дисперсионных параметров: $\alpha_i = 0.5$ и $\alpha_f = 0.1$ (рис. 6, кривая 1). Как видно из рис. 6 (кривые 2–4), при увеличении электрического поля значение параметра α_i возрастает, а величина α_f практически не изменяется. Такое поведение переходного тока можно объяснить тем, что в слабых электрических полях дырки не проходят в кристалл вследствие наличия барьера на границе аморфного слоя и кристалла, поэтому зависимость $I(t)$ такая же, как в слое. С увеличением электрического поля все большая часть дрейфующих носителей заряда преодолевает барьер и попадает в кристалл. Это приводит к возрастанию параметра α_i .

Значения дрейфовых подвижностей дырок в слое $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ (0.24 мкм) и в структуре со слоем этого же материала, определенные при использовании кривых $I(t)$ в слабых электрических полях, оказались практически одинаковыми ($\mu_h \simeq 8 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$). Однако они превышали значение $\mu_h \simeq 6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$, полученное для слоя $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ толщиной 1.3 мкм, который использовался в структуре $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-Si)}$. Этот факт согласуется с дисперсионным характером переноса в $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ и подтверждает наличие зависимости дрейфовой подвижности от толщины образцов ($\mu \sim L^{-0.3}$), установленной ранее на более толстых слоях [15].

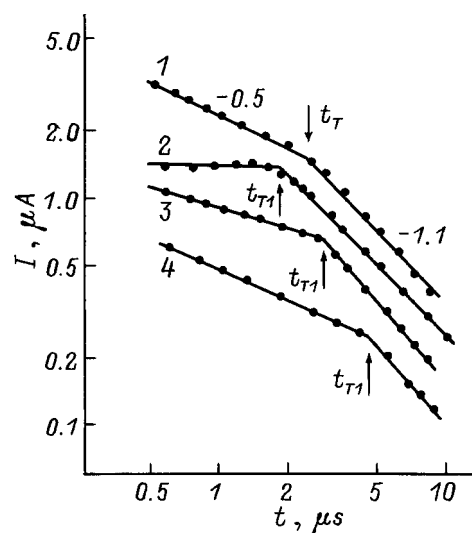


Рис. 6. Зависимость фототока от времени в носеле $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ толщиной 0.24 мкм (1) и в структуре $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{-(c-CdSe)}$ (2–4). Напряжение U , В: 1, 2 — 3; 3 — 2; 4 — 1.5.

Следует отметить, что непосредственное определение подвижности в тонких слоях $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ затруднено пробойными явлениями. Эти трудности преодолевались при использовании двухслойной структуры.

Исследование структур $(por\text{-Si})\text{--}(c\text{-Si})$ показало, что для них так же, как и для рассмотренных выше структур $(a\text{-As}_2\text{Se}_3)\text{--}(c\text{-CdSe})$, возможны два варианта процесса переноса. На рис. 3 представлены осциллограммы фототока, полученные на структуре $(por\text{-Si})\text{--}(c\text{-Si})$. Наличие максимума на кривых $I(t)$ при $t = t_m$ свидетельствует о том, что в данном случае носители заряда проходят из пористого слоя Si в кристаллический Si, т.е. процесс переноса в образце можно рассматривать как в двухслойной структуре. В то же время имеются данные [16], которые указывают на то, что в некоторых образцах носители заряда не проходят из пористого слоя в кристалл. В этом случае кривые $I(t)$ представляют собой непрерывный спад тока во времени, характерный для дисперсионного переноса. При этом значения параметра α_i возрастают с увеличением электрического поля. Эти данные могут свидетельствовать о наличии барьера для дырок на границе слоя пористого кремния и кристалла.

Отметим, что значения дрейфовых подвижностей, полученные соответственно из t_m и t_T , в обеих сериях образцов были близки. Этот факт указывает на близкий к нормальному характер переноса в $por\text{-Si}$ с $\alpha \simeq 1$ и согласуется с установленной в работе [16] слабой зависимостью дрейфовой подвижности от электрического поля.

Заключение

Таким образом, в результате проведенной работы показана возможность эффективного применения метода ТОФ для определения характеристик переноса в слоях высокоомных материалов, используемых в структурах аморфный (пористый) полупроводник–кристаллический полупроводник. Получены значения дрейфовых подвижностей дырок в пористом Si ($\mu_h = 6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$), тонком слое $a\text{-As}_2\text{Se}_3$ ($\mu_h = 8 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$) и электронов в $a\text{-Se}_{95}\text{As}_5$ ($\mu_e = 7 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$).

Появление максимума на кривых переходного фототока в структурах связывается с наличием ускорения носителей заряда при их переходе из аморфного (пористого) слоя в кристалл.

Установлено, что ускорение носителей заряда на границе между слоями в двухслойной структуре не влияет существенно на величину дрейфовой подвижности в условиях нормального переноса, однако может привести к завышенному значению подвижности в условиях дисперсионного переноса. Этот эффект приводит также к увеличению дисперсионного параметра α_i , но практически не влияет на значение параметра α_f .

Полученные данные свидетельствуют о дисперсионном переносе дырок в $a\text{-As}_2\text{Se}_3$, характеризующем параметром $\alpha = 0.7 \div 0.8$, и о нормальном гауссовом переносе электронов и дырок в $a\text{-Se}_{95}\text{As}_5$ и пористом Si соответственно.

Работа проводилась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 97-02-18079) и программы Министерства науки Российской Федерации "Физика твердотельных наноструктур" (проект 97-1039).

Список литературы

- [1] S. Fujiwara, H. Serizawa, O. Equchi, M. Fukai. National Techn. Report, **25**, 286 (1979).
- [2] *Technik des fernsehens*, ed by K.W. Bernath (Berlin–Heidelberg–N.Y.–Tokyo, Springer Verlag, 1986).
- [3] А. Меден, М. Шо. *Физика и применение аморфных полупроводников* (М., Мир, 1991) с. 423. [Пер. с англ.: А. Madan, M.P. Shaw. *The physics and applications of amorphous semiconductors* (Boston–San Diego–N.Y.–London–Sydney–Tokyo–Toronto, Academic Press, 1988)].
- [4] L.T. Canham. Appl. Phys. Lett., **57**, 1046 (1990).
- [5] N. Koshida, H. Koyama. Appl. Phys. Lett., **60**, 347 (1992).
- [6] W.E. Spear. J. Non-Cryst. Sol., **1**, 197 (1969).
- [7] G. Pfister, H. Scher. Phys. Rev. B, **15**, 2062 (1977).
- [8] A.I. Rudenko, V.I. Arhipov. Phil. Mag. B, **45**, 177 (1982).
- [9] A.I. Rudenko, V.I. Arhipov. Phil. Mag. B, **45**, 189 (1982).
- [10] М. Ламперт, П. Марк. *Инжекционные токи в твердых телах* (М., Мир, 1973) с. 146. [Пер. с англ.: M.A. Lampert, P. Mark. *Current injection in solids* (N.Y.–London, Academic Press, 1970)].
- [11] Э.А. Лебедев, Л.Н. Карпова. ФТП, **15**, 2421 (1981).
- [12] S. Imamura, T. Kitamura, N. Nakamura. Jap. J. Appl. Phys., **23**, L537 (1984).
- [13] В.И. Архипов, Л.П. Казакова, Э.А. Лебедев, А.И. Руденко. ФТП, **22**, 723 (1988).
- [14] V.I. Arhipov, L.P. Kazakova, E.A. Lebedev, A.I. Rudenko. Phil. Mag. B, **66**, 443 (1992).
- [15] Л.П. Казакова, Б.Т. Коломиец, Э.А. Лебедев, С.А. Таурайтене. ФТП, **21**, 274 (1987).
- [16] Э.А. Лебедев, Г. Полицкий, В. Петрова-Кох. ФТП, **30**, 2108 (1996).

Редактор Л.В. Шаронова

Transient current in the structures amorphous, porous semiconductor–crystalline semiconductor

L.P. Kazakova, E.A. Lebedev

A.F. Ioffe Physicotechnical Institute,
Russian Academy of Sciences,
194021 St. Petersburg, Russia

Abstract The time-of-flight technique in small signal mode is used to study the transient photocurrent in the structures amorphous (porous) semiconductor–crystalline semiconductor. Amorphous Se–As materials, porous Si, crystalline Si and CdSe have been incorporated in the structures. The carrier drift mobilities in amorphous and porous layers of structures are determined.

The appearance of a cusp on the curves of transient current is shown to be caused by the acceleration of carriers passing through the interface between the amorphous (porous) layer and the crystal. It has been established that the carrier acceleration affects the drift mobility and dispersion parameters.

E-mail: kazakova@ivom.ioffe.rssi.ru