

# Подвижность и дрейфовая скорость электронов в селективно-легированных гетероструктурах InAlAs/InGaAs/InAlAs

© И.С. Васильевский<sup>+,\*</sup>, Г.Б. Галиев<sup>+,\*</sup>, Е.А. Климов<sup>+,\*</sup>, К. Пожела<sup>‡,¶</sup>, Ю. Пожела<sup>‡,¶</sup>, В. Юцене<sup>‡</sup>, А. Сужеделис<sup>‡</sup>, Н. Жураускаене<sup>‡</sup>, С. Кершулис<sup>‡</sup>, В. Станкевич<sup>‡</sup>

<sup>+</sup> Национальный исследовательский ядерный университет „МИФИ“, 115409 Москва, Россия

<sup>\*</sup> Институт СВЧ полупроводниковой электроники Российской академии наук, 117105 Москва, Россия

<sup>‡</sup> Институт физики полупроводников Центра физических и технологических наук, 01108 Вильнюс, Литва

(Получена 15 февраля 2011 г. Принята к печати 21 февраля 2011 г.)

Экспериментально получено повышение подвижности и дрейфовой скорости электронов в сильных электрических полях в квантовых ямах селективно-легированных гетероструктур InAlAs/InGaAs/InAlAs путем регулирования состава полупроводников, составляющих интерфейс. В метаморфной структуре  $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$  с высокой мольной долей In (0.7–0.8) на интерфейсе подвижность электронов достигает  $12.3 \cdot 10^3 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$  при комнатной температуре. Получено увеличение подвижности электронов в 1.1–1.4 раза при введении тонких (1–3 нм) слоев InAs в квантовую яму селективно-легированных гетероструктур  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ . Максимальная дрейфовая скорость достигает  $2.5 \cdot 10^7 \text{ см/с}$  в электрических полях 2–5 кВ/см. Величина порогового поля  $F_{\text{th}}$  для междолинного  $\Gamma$ – $L$  переброса электронов (эффект Ганна) в квантовой яме InGaAs в 2.5–3 раза выше, чем в объемном материале. Установлен эффект двух/трехкратного снижения величины порогового поля  $F_{\text{th}}$  в квантовой яме InGaAs при увеличении мольной доли In в барьере InAlAs, а также при введении тонких InAs-вставок в квантовую яму InGaAs.

## 1. Введение

Управление взаимодействием электронов с полярными оптическими (ПО) и интерфейсными (ИФ) фононами путем введения тонких (1–5 нм) полупроводниковых барьеров в квантовую яму (КЯ) и регулированием состава полупроводников, составляющих гетероструктуру, является эффективным инструментом, контролирующим электрические и фотоэлектрические свойства полупроводниковых структур [1–12]. В частности, удается увеличить подвижность электронов в каналах InGaAs/AlGaAs транзисторов с высокой подвижностью электронов (НЕМТ) [13–20], которые являются базовыми элементами СВЧ электроники в области сотен ГГц, а в последнее время нашли применение как детекторы и генераторы электромагнитного излучения терагерцевой частоты [21–23]. Особенно сильные (радикальные) изменения параметров проводимости канала квантовой ямы (КЯ) от состава полупроводников предсказываются для селективно-легированных гетероструктур [6,16–18].

В селективно-легированных структурах вследствие разделения в пространстве ионизированных примесных центров и свободных электронов в КЯ образуется сильное поперечное плоскости КЯ поле,  $F_{\perp}$ , захватывающее электроны в узкую КЯ. В узких КЯ рассеяние на ИФ фононах является доминирующим механизмом рассеяния электронов, лимитирующим возможности повышения подвижности электронов в сильном поле. В работах [6,11,12] показано, что скорость рассеяния

электронов на ИФ фононах можно понизить, подбирая состав полупроводниковых соединений, образующих интерфейс.

В настоящей работе экспериментально определяется зависимость подвижности и дрейфовой скорости электронов в сильных электрических полях в квантовых ямах селективно-легированных гетероструктур  $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$  от мольных долей In и Al соответственно в КЯ и ограничивающих ее барьерах, а также от конструкции слоев КЯ.

## 2. Подвижность электронов в структурах $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$

В работе [6] получено, что расчетное максимальное уменьшение скорости рассеяния на ИФ фононах в структуре  $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$  имеет место при высокой мольной доле In ( $x = 0.8$ ) в составе барьера. Для получения гетероструктуры с максимальной подвижностью методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложке InP была выращена метаморфная структура с содержанием In  $x = 0.7$  в барьерном слое  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ . Эта техника позволила увеличить содержание In до  $y = 0.8$  в псевдоморфно-напряженном слое КЯ.

Таким образом, с использованием комбинации псевдоморфной и метаморфной технологии роста экспериментально была выращена структура нового типа  $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$  с  $\delta$ -Si-легированием в барьерном слое и шириной КЯ 16 нм. В соответствии с предсказанием эта структура имела очень высокую подвижность электронов. Обозначим ее как НЕМ-структура.

<sup>¶</sup> E-mail: pozela@pfi.lt

**Таблица 1.** Схема слоев четырех типов структур  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$

Тип структуры	Барьер $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$		Канал $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$	Барьер $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$	
		$\delta\text{-Si}$			$\delta\text{-Si}$
A A1		+	 InAs		+
B B1		+	GaAs     InAs     InAs     GaAs		-

*Примечание.* Толстыми линиями показаны вставки InAs и GaAs в канале.

**Таблица 2.** Холловская подвижность  $\mu_H$  и концентрация электронов  $n_{sH}$  в выращенных структурах, а также подвижность  $\mu_B$  и концентрация  $n_{sB}$  полученные из измерений магнитосопротивления образцов с омическими контактами, при  $T = 300\text{ K}$

Тип структуры	$\mu_H, \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$	$n_{sH}, 10^{12} \text{cm}^{-2}$	$\mu_B, \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$	$n_{sB}, 10^{12} \text{cm}^{-2}$
HEM	12300	1.44	10100	1.5
B1	8400	1.22	8300	1.5
A1	6100	2.53	6100	2.6
B	6200	0.98	6500	1.4
A	5500	3.49	5900	3.2

Измеренные холловская подвижность ( $\mu_H$ ) и концентрация электронов ( $n_{sH}$ ) в КЯ  $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$  равны:  $\mu_H = 12\,300 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$ ,  $n_s = 1.44 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-2}$  при температуре 300 К и  $\mu_H = 50\,500 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$ ,  $n_s = 1.3 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-2}$  при 77 К.

Таким образом, впервые большое увеличение подвижности электронов в КЯ селективно-легированной структуры  $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$  получено путем изменения состава полупроводников барьера и КЯ. Важно отметить, что значение подвижности  $12\,300 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$  при 300 К, полученное в структуре  $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ , относится к лучшим когда-либо опубликованным в HEMT-гетероструктурах  $\text{InAlAs}/\text{InGaAs}$  значениям:  $10\,000\text{--}16\,000 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{c}^{-1}$  при 300 К [16–18]. Наивысшие значения подвижности в структуре  $\text{InAlAs}/\text{InGaAs}$ , полученные в работах [16,17] при содержании In  $x = 0.75$  на интерфейсе, соответствуют оценкам минимального значения скоростей рассеяния электронов на ИФ фононах [6].

Другая возможность увеличения подвижности в селективно-легированных гетероструктурах состоит в введении слоев InAs — фононных стенок в КЯ  $\text{InGaAs}$  [3,5,11,12]. Введение тонких барьеров InAs в КЯ разбивает фононную яму для ПО фононов на ряд более узких фононных ям, сильно снижая электрон-фононное рассеяние.

Для экспериментального исследования возможностей подавления рассеяния электронов на захваченных в фононные ямы ПО и ИФ фононах и, следовательно, увеличения подвижности электронов путем введения тонких фононных стенок InAs в КЯ  $\text{InGaAs}$  были выращены четыре типа гетероструктур. В табл. 1 схематически показан послыйный состав двух пар структур (A, A1 и B, B1). Структуры с вставками InAs обозначены как A1 и B1, а без вставок InAs как A и B соответственно. Тонкие (1.1 нм) слои GaAs вблизи внешних барьеров КЯ  $\text{InGaAs}$  в структурах B и B1 способствуют снижению рассеяния электронов на ИФ фононах [11,12]. Толщины КЯ составляют 17 нм в структурах А-типа и 16 нм в структурах В-типа.

Измеренные при 300 К значения холловской подвижности  $\mu_H$  и концентрации электронов  $n_{sH}$  в выращенных гетероструктурах приведены в табл. 2. Как видим, подвижность электронов в структуре A1 с одной вставкой InAs превышает подвижность в структуре A без вставки в 1.2 раза. Соответственно в структуре B1 с двумя вставками InAs подвижность в 1.4 раза выше, чем в структуре B без вставок InAs.

Заметим, что вставки GaAs в структурах В-типа снижают частоту ИФ фононов интерфейса  $\text{InGaAs}/\text{InAlAs}$ . Подвижность электронов в структуре В-типа превышает подвижность в структурах А-типа. Однако подвижность электронов в структуре В-типа остается почти в 2 раза ниже подвижности в HEM-структуре с максимальным снижением рассеяния на ИФ фононах.

Таким образом, теоретически предсказываемое значительное увеличение подвижности электронов в селективно-легированной структуре вследствие снижения рассеяния на захваченных ПО фононах при введении тонких дополнительных стенок InAs в КЯ  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$  подтверждается экспериментально.

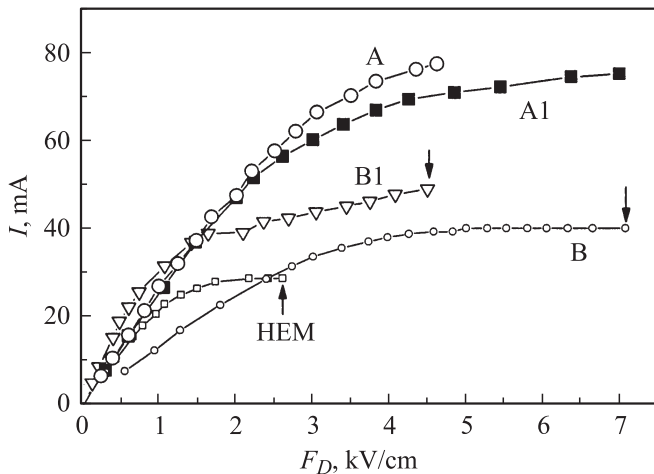
### 3. Подвижность и дрейфовая скорость электронов в сильных электрических полях в квантовых ямах InGaAs

Измерения полевой зависимости проводимости канала КЯ селективно-легированных структур  $\text{InGaAs}/\text{InAlAs}$  проводились на образцах, представляющих собой мезоструктуру шириной 100 мкм с нанесенными омическими контактами Au/Ni/Ge площадью  $100 \times 100 \text{ мкм}^2$ . Расстояние между контактами (длина образца) равно  $d = 10 \text{ мкм}$ .

Для измерений использовались импульсы напряжения длительностью 80 нс.

На рис. 1 показаны экспериментально измеренные зависимости тока стока  $I$  через беззатворный канал образца от среднего поля  $F_D = V_D/d$ , где  $V_D$  — приложенное к образцу напряжение.

Экспериментально наблюдаемые зависимости  $I(F_D)$  во всех селективно-легированных структурах  $\text{InGaAs}/$



**Рис. 1.** Полевые зависимости тока канала КЯ в различных типах селективно-легированных структур с длиной стока-исток 10 мкм. Стрелки показывают пороговое поле токовых неустойчивостей.

InAlAs радикально отличаются от таковых в объемном InGaAs.

Прежде всего это большое различие величин порогового поля  $F_{th}$  (отмечены стрелками) междолинного переброса (эффекта Ганна) для разных типов структур.

Видно, что величина  $F_{th}$  уменьшается с ростом низкополевой подвижности  $\mu_H$ . При этом в структуре НЕМ пороговое поле  $F_{th} = 2.5$  кВ/см даже ниже, чем пороговое поле эффекта Ганна в объемном образце  $F_{th,bulk} = 3-4$  кВ/см, в то время как пороговое поле в образцах В1 (4.5 кВ/см) и В (7 кВ/см) значительно выше.

Теоретически рассчитанные в работе [6] полевые зависимости дрейфовой скорости электронов показали, что в отличие от объемного материала в КЯ In<sub>0.53</sub>Ga<sub>0.47</sub>As селективно-легированной структуры пороговое поле  $F_{th}$  зависит от величины рассеяния электронов ИФ фононами, которое определяет изменение подвижности электронов в широких пределах. Таким образом, экспериментально наблюдаемое изменение порогового поля в широких пределах с изменением подвижности коррелирует с теоретическим прогнозом [6].

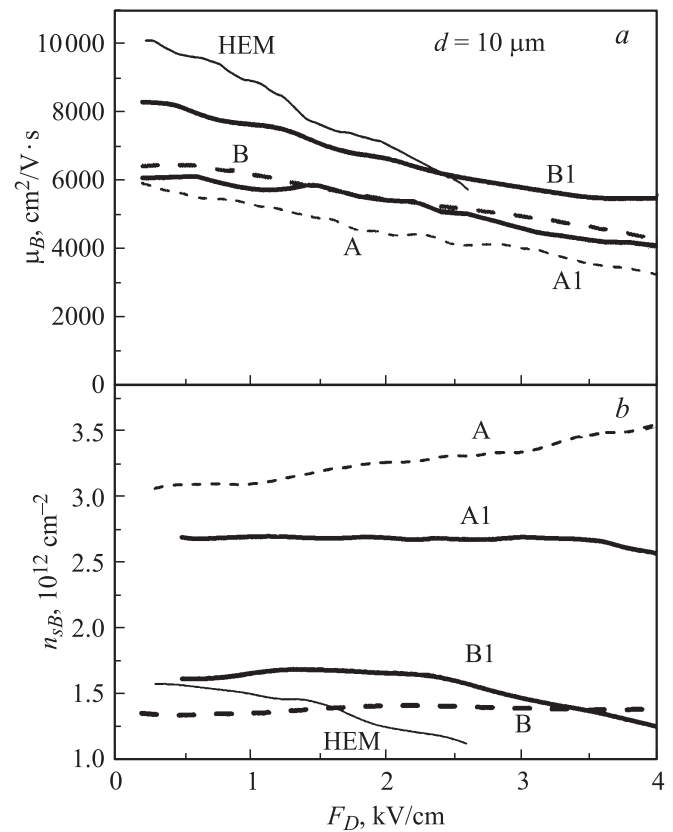
Другая отличительная черта характеристик  $I(V_D)$  в селективно-легированных структурах — это сильный сублинейный характер полевой зависимости тока.

С целью выделить вклад изменения дрейфовой скорости электронов в полевую зависимость тока  $I$  из измерений геометрического магнитосопротивления ( $\mathbf{B} \perp \mathbf{I}$ ) были определены подвижности  $\mu_B$  и концентрации электронов  $n_{sB}$  в образцах разных типов. Низкополевые значения  $\mu_B$  и  $n_{sB}$ , измеренные в магнитном поле  $B = 1$  Тл в образцах длиной  $d = 10$  мкм и шириной 100 мкм, приведены в табл. 2.

Полевые зависимости  $\mu_B(F_D)$  и  $n_{sB}(F_D)$  для исследованных образцов показаны на рис. 2, а и б соответственно. Как видим, подвижность во всех структурах падает

в 1.5 раз с ростом электрического поля в интервале 0–4 кВ/см. При этом подвижность в структурах А1 и В1 с барьером InAs остается выше подвижности в структурах А и В. Однако в образце типа НЕМ с наивысшей низкополевой подвижностью подвижность уменьшается в 2 раза уже при величине поля до 2.5 кВ/см. Это уменьшение  $\mu_B$  можно связывать с междолинным перебросом электронов и низким значением порогового поля  $F_{th}$  в структурах с высокой подвижностью [6]. Об этом свидетельствует и снижение концентрации подвижных носителей заряда  $\Gamma$ -долины  $n_{sB}$  в НЕМ-структуре в поле выше 1–1.5 кВ/см (рис. 2, б). Отметим, что в структурах типа А, А1 и В с высоким значением порогового поля,  $F_{th} = 7$  кВ/см, междолинный переброс электронов в полях в интервале 0–4 кВ/см не имеет места и концентрация носителей не меняется. В образце с высокой подвижностью В1 пороговое поле  $F_{th}$  близко к 4.5 кВ/см и междолинный переброс и уменьшение концентрации подвижных носителей  $\Gamma$ -долины наблюдаются уже в поле 2.5 кВ/см.

Концентрация носителей  $n_{sB}$  в слабых полях, измеренная в образцах с нанесенными омическими контактами, отличается от концентрации  $n_H$ , определенной из холловских измерений на выращенных структурах, в



**Рис. 2.** Полевые зависимости подвижности  $\mu_B$  (а) и концентрации  $n_{sB}$  (б) электронов в КЯ InGaAs для структур А1, В1 с InAs-вставками (сплошные линии) и для структур А, В без вставок (штриховые линии).

то время как подвижность в обоих типах измерений одинакова:  $\mu_H = \mu_V$  (см. табл. 2).

Мы полагаем, что вблизи омических контактов в селективно-легированных структурах искажается поперечное КЯ поле  $F_{\perp}$ , образованное в спейсер-слое барьера КЯ между слоем доноров и свободными электронами в слое КЯ [14]. Изменение  $F_{\perp}$  означает изменение величины индуцированного заряда  $\Delta n$  электронов в КЯ:  $q\Delta n \approx CF_{\perp}l$ , где  $q$  — заряд,  $l$  — толщина и  $C$  — емкость спейсерного слоя. Искажение поля  $F_{\perp}$  вблизи контакта зависит от технологии нанесения контактного слоя и может различаться от образца к образцу [14].

Полевая зависимость тока в селективно-легированных структурах  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$   $I(V_D)$ , в отличие от объемного материала, имеет сублинейный характер и стремится к насыщению в поле ниже порогового электрического поля  $F_{th}$ .

Несмотря на большое различие  $F_{th}$  для образцов разных типов, экспериментальные значения максимальной дрейфовой скорости электронов  $v_{max}$  лежат в интервале  $(2.0-2.5) \cdot 10^7$  см/с и почти не зависят от величины порогового поля. Теоретические расчеты также отмечают лишь относительно слабый рост  $v_{max}$  с ростом  $F_{th}$  [6].

#### 4. Заключение

Таким образом, экспериментально подтверждено, что в селективно-легированных структурах  $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$  доминирующее рассеяние электронов на ИФ фонах регулируется составом полупроводниковых соединений, образующих интерфейс, в широких пределах. Это позволяет создать структуры с наивысшей подвижностью электронов. В метаморфной структуре  $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$  с содержанием  $\text{In}$   $x = 0.7-0.8$  на интерфейсах подвижность электронов превышает  $12 \cdot 10^3$  см<sup>2</sup> · В<sup>-1</sup> · с<sup>-1</sup> при комнатной температуре. При введении тонких (1–3 нм) слоев  $\text{InAs}$  в квантовую яму  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$  получено увеличение подвижности электронов в 1.1–1.4 раза.

Регулирование рассеяния электронов на ИФ фонах позволяет многократно изменять величину порогового поля для эффекта Ганна в пределах 2–7 кВ/см. При этом в сильных полях максимальная скорость электронов  $v_{max}(F_{th})$  изменяется лишь в узких пределах  $(2.0-2.5) \cdot 10^7$  см/с.

Работа поддержана проектами ФЦП „Кадры“ № НК-616П(39), Министерства образования и науки № 2010-218-02-136 и программой президиума РАН (проект № 21).

#### Список литературы

- [1] B.K. Ridley. Phys. Rev. B, **39**, 5282 (1989).
- [2] R. Haupt, L. Wendler. Phys. Rev. B, **44**, 1850 (1991).
- [3] J. Požela, A. Namajūnas, K. Požela, V. Jucienė. J. Appl. Phys., **81**, 1775 (1997).
- [4] M.A. Stroschio, M. Dutta. *Phonons in Nanostructures* (Cambridge University Press, Cambridge, 2001).
- [5] Ю. Пожела, К. Пожела, В. Юцене. ФТП, **41**, 1093 (2007).
- [6] Ю. Пожела, К. Пожела, Р. Рагуотис, В. Юцене. ФТП, **45**, 778 (2011).
- [7] D.R. Anderson, N.A. Zakhleniuk, M. Babiker, B.K. Ridley, C.R. Bennet. Phys. Rev. B, **63**, 245313 (2001).
- [8] V.A. Kulbachinskii, I.S. Vasil'evskii, R.A. Lunin, G. Galistu, A. de Visser, G.B. Galiev, S.S. Shirokov, V.G. Mokerov. Semicond. Sci. Technol., **22**, 222 (2007).
- [9] Г.Б. Галиев, И.С. Васильевский, Е.А. Климов, В.Г. Мокеров, А.А. Черечукин. ФТП, **40**, 1479 (2006).
- [10] И.С. Васильевский, Г.Б. Галиев, Е.А. Климов, В.Г. Мокеров, С.С. Широков, Р.М. Имамов, И.А. Субботин. ФТП, **42**, 1102 (2008).
- [11] В.Г. Мокеров, И.С. Васильевский, Г.Б. Галиев, Ю. Пожела, К. Пожела, А. Сужделис, В. Юцене, Ч. Пашкевич. ФТП, **43**, 478 (2009).
- [12] J. Požela, K. Požela, A. Shkolnik, A. Sužiedėlis, V. Jucienė, S. Mikhrin, V. Mikhrin. Phys. Status Solidi C, **6**, 2713 (2009).
- [13] И.С. Васильевский, Г.Б. Галиев, Ю.А. Матвеев, Е.А. Климов, Ю. Пожела, К. Пожела, А. Сужделис, Ч. Пашкевич, В. Юцене. ФТП, **44**, 928 (2010).
- [14] J. Požela, K. Požela, V. Jucienė, A. Shkolnik. Semicond. Sci. Technol., **26**, 014025 (2011).
- [15] J. Požela, K. Požela, A. Sužiedėlis, V. Jucienė, Č. Paškevič. Lithuan. J. Phys., **50**, 397 (2010).
- [16] X. Wallart, B. Pinsard, F. Mollot. J. Appl. Phys., **97**, 053706 (2005).
- [17] V. Drouot, M. Gendry, C. Santinelli, P. Victorovitch, G. Hollinger. J. Appl. Phys., **77**, 1810 (1995).
- [18] M. Tacano, Y. Sugiyama, Y. Takeuchi, Y. Ueno. J. Electron. Mater., **20**, 1081 (1991).
- [19] K. Onda, A. Fujihara, A. Vakejima, E. Mizuki, T. Nakayama, H. Miyamoto, Y. Ando, M. Kanamori. IEEE Electron. Dev. Lett., **19**, 300 (1998).
- [20] H. Zhao, Y-T. Chen, J.H. Yum, Y. Wang, F. Zhou, F. Xue, J.C. Lee. Appl. Phys. Lett., **96**, 102101 (2010).
- [21] M. Dyakonov, M. Shur. Phys. Rev. Lett., **71**, 2465 (1993).
- [22] N. Dyakonova, A. El Fatimy, J. Lusakowski, W. Knap. Appl. Phys. Lett., **88**, 141906 (2006).
- [23] N. Dyakonova, F. Teppe, J. Lusakowski, W. Knap, M. Levinshstein, A.P. Dmitriev, M. Shur, S. Bollaert, A. Cappy. J. Appl. Phys., **97**, 114313 (2005).

Редактор Л.В. Шаронова

## Electron mobility and drift velocity in selectively-doped InAlAs/InGaAs/InAlAs heterostructures

*I.S. Vasil'evskii<sup>+,\*</sup>, G.B. Galiev<sup>+,\*</sup>, E.A. Klimov<sup>+</sup>,  
K. Požela<sup>‡</sup>, J. Pžela<sup>‡</sup>, V. Jucienė<sup>‡</sup>, A. Sužiedėlis<sup>‡</sup>,  
N. Žurauskienė<sup>‡</sup>, S. Keršulis<sup>‡</sup>, V. Stankevič<sup>‡</sup>*

<sup>+</sup> National Research Nuclear University MEPhI,  
115409 Moscow, Russia,

<sup>\*</sup> Institute of Microwave Semiconductor Electronics,  
Russian Academy of Sciences,  
117105 Moscow, Russia

<sup>‡</sup> Semiconductor Physics Institute,  
Center for Physical Sciences and Technology,  
01108 Vilnius, Lithuania

**Abstract** The enhancement of electron mobility and high-field drift velocity in quantum well channels of selectively-doped InAlAs/InGaAs/InAlAs heterostructures by tuning electron-phonon interaction is considered. A large increase in the mobility up to  $12.3 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  at room temperature is achieved in the novel metamorphic  $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$  structure with a high In content at the interface of the heterostructure. The enhancement of the electron mobility (1.1–1.4 times) by inserting thin (1–3 nm) InAs layers into the  $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$  quantum well is obtained. The maximal electron drift velocity at electric fields of 2–5 kV/cm achieves  $2.5 \cdot 10^7 \text{ cm/s}$  in the structures with the InAs inserts. The threshold electric field for the electron intervalley  $\Gamma$ – $L$  transfer is 2.5–3 times higher than in bulk InGaAs material. It is found that the threshold field in the InGaAs quantum well decreases by several times as a mole fraction of In in the InAlAs barrier increases and also when thin InAs layers is inserted into the InGaAs quantum well.