

Влияние легирования слоя квантовых точек InAs висмутом на морфологию и фотоэлектронные свойства гетероструктур GaAs/InAs, полученных газофазной эпитаксией

© Б.Н. Звонков[¶], И.А. Карпович, Н.В. Байдусь, Д.О. Филатов, С.В. Морозов

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
603600 Нижний Новгород, Россия

(Получена 24 апреля 2000 г. Принята к печати 16 июня 2000 г.)

Изовалентное легирование висмутом слоя квантовых точек InAs в процессе его роста в гетероструктурах GaAs/InAs, полученных газофазной эпитаксией с использованием металлоорганических соединений, подавляет коалесценцию нанокластеров и способствует получению более однородных квантовых точек. Сам висмут практически не входит в состав квантовых точек, и его роль состоит в основном в ограничении миграционной подвижности атомов на поверхности растущего слоя.

Разработана методика исследования морфологии внутренних слоев квантовых точек InAs в матрице GaAs методом атомно-силовой микроскопии, основанная на удалении покровного слоя избирательным химическим травлением. Исследованы спектры фотолюминесценции и фотоэлектрической чувствительности гетероструктур и установлена их связь с морфологией слоя квантовых точек. В легированных структурах получена фотолюминесценция и селективная фоточувствительность от квантовых точек на длине волны 1.41 мкм с шириной линии 43 мэВ при комнатной температуре. Некоторые особенности морфологии и фотоэлектронных свойств гетероструктур, полученных МОСГЭ, объясняются образованием переходного слоя твердого раствора на гетерогранице квантовых точек GaAs/InAs в результате диффузионного перемешивания компонентов.

Гетероструктуры с самоорганизованными квантовыми точками (ГКТ) GaAs/InAs вызывают повышенный интерес исследователей благодаря широким перспективам их применения в оптоэлектронике, в частности для создания высокоэффективных инжекционных лазеров [1]. Для получения ГКТ применяется в основном метод молекулярно-пучковой эпитаксии (МПЭ). Метод газофазной эпитаксии с использованием металлоорганических соединений (МОСГЭ), который успешно используется для получения гетероструктур с квантовыми ямами, применяется значительно реже из-за трудностей контроля за процессом роста и самоорганизации слоя квантовых точек (КТ) в этом методе и некоторых других его недостатков. Однако относительная простота и экономические достоинства технологии МОСГЭ, побуждают искать пути преодоления его недостатков.

Влияние химически активной атмосферы и обычно более высокой температуры роста ГКТ при МОСГЭ на процессы самоорганизации слоя КТ приводит к тому, что морфология и фотоэлектронные свойства слоев квантовых точек InAs, выращенных этим методом и МПЭ, могут существенно различаться. Одной из серьезных проблем при выращивании КТ методом МОСГЭ является подавление коалесценции нанокластеров при оптимальной в отношении оптических свойств ГКТ температуре роста. Коалесценция приводит к увеличению дисперсии КТ по размерам, уменьшению их поверхностной концентрации, а также к образованию значительного количества относительно крупных релаксированных кластеров в слое КТ, ухудшающих его морфологию и фотоэлектронные характеристики [2]. В данной работе изучалась возможность подавления коалесценции путем

легирования слоя КТ InAs в процессе его роста изовалентной примесью Bi. Предполагалось, что наличие на поверхности роста более массивных и крупных атомов Bi приведет к ограничению миграционной подвижности атомов In и As и затруднит коалесценцию, что подтвердилось в эксперименте.

1. Методика эксперимента

ГКТ GaAs/InAs выращивались на поверхности (100) полуизолирующего GaAs с разориентацией на 3° в направлении [110] методом МОСГЭ при атмосферном давлении. Буферный слой *n*-GaAs толщиной 0.8 мкм выращивали при температуре 600°C, затем температуру снижали до 530–510°C и наносили слой КТ InAs. Триметил индия и арсин подавались в реактор отдельно с интервалом 4 с в течение 6 с и 2 с соответственно с числом циклов до 10. При этом номинальная толщина слоя InAs по оценке составляла ~ 1.5 нм (около 5 монослоев). Легирование висмутом производилось в процессе осаждения слоя КТ путем распыления мишени, размещенной в холодной зоне реактора на расстоянии 12 см от подложки, пучком неодимового лазера, работающего в режиме модулированной добротности. Плотность осажденных атомов Bi составляла по оценке $\sim 10^{14}$ см⁻².

Выращивались структуры без покровного слоя и с покровным слоем GaAs толщиной ~ 15 нм. Морфология слоя КТ исследовалась методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на микроскопе "Accures" TМХ-2100 в контактном режиме. Исследовались также спектры фотолюминесценции (ФЛ) ГКТ при 77 и 300 К и конденсаторной фотоэдс (КФЭ) при 300 К. Методики оптических и фотоэлектрических измерений описаны в [3].

[¶] E-mail: get@phys.unn.runnet.ru

2. Экспериментальные результаты и обсуждение

2.1. Морфология слоя КТ

АСМ исследования показали, что легирование висмутом слоя КТ InAs в процессе его образования и самоорганизации блокирует процесс коалесценции и способствует росту более однородных по размерам кластеров — КТ, что особенно ярко проявляется при не слишком высокой концентрации In в слое. На рис. 1 приведены АСМ изображения поверхностных слоев КТ, выращенных при 530°C без легирования (*a*) и при легировании Bi (*b*). В первом случае наблюдается большой разброс латерального размера и высоты кластеров, причем имеется значительное количество крупных явно релаксированных кластеров, размер которых достигает 200 нм, а высота — 50 нм. Во втором случае практически полностью отсутствуют крупные кластеры и проявляется высокая однородность псевдоморфных кластеров как по латеральному размеру (≈ 40 нм), так и по высоте (≈ 6 нм). Однако при этом поверхностная концентрация точек была невелика ($N_s^{QD} \approx 4 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$).

Ранее было установлено [2], что нанесение тонкого (~ 15 нм) покровного слоя сразу после нанесения слоя КТ также подавляет процесс коалесценции и приводит к растворению не слишком крупных релаксированных кластеров с образованием на их месте кратеров (при этом псевдоморфные кластеры не растворяются). Однако полностью исключить образование крупных кластеров при выращивании слоя КТ обычным методом МОСГЭ не удается. Крупные кластеры выступают над поверхностью тонкого покровного слоя, что ухудшает его морфологию и препятствует, в частности, получению качественных многослойных массивов КТ.

При аналогичном покрытии легированного Bi слоя КТ АСМ изображение поверхности структуры обычно имеет такой же вид, как и в отсутствие слоя КТ: на нем видны только террасы с высотой ступеней около 2 нм. Травление такой поверхности в медленно действующем избирательном травителе, обладающем низкой скоростью травления InAs, позволяет выявить скрытый слой КТ и исследовать его морфологию. Заметим, что для ГКТ, получаемых МОСГЭ, возможность исследования морфологии скрытых слоев КТ особенно важна, так как она может существенно отличаться от морфологии поверхностных слоев КТ, обычно используемых для АСМ исследований [2].

На рис. 2 приведено АСМ изображение легированного слоя КТ после стравливания покровного слоя толщиной 15 нм. Несмотря на возможное подтравливание кластеров, по такому изображению можно судить о размерах и поверхностной плотности КТ. Видно наличие двух типов кластеров. Латеральный размер и высота более крупных кластеров близки к данным, полученным на поверхностных слоях КТ, поверхностная плотность КТ этого типа в данном образце $N_s^{QD} \approx 1.6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$.

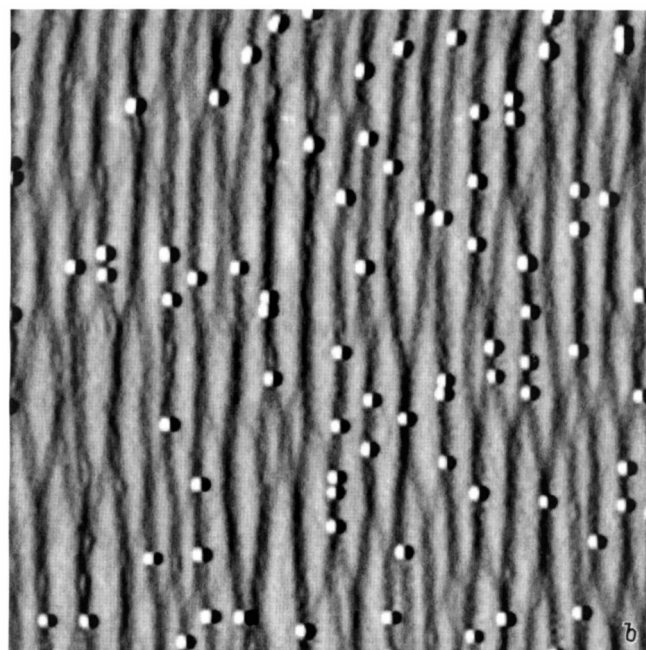
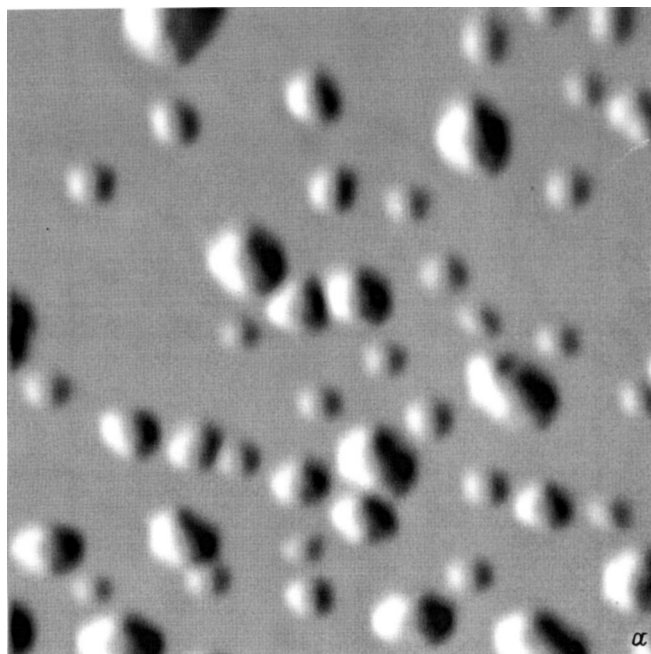


Рис. 1. АСМ изображения поверхностного слоя КТ. *a* — нелегированный слой КТ, *b* — легированный Bi слой КТ (размер кадра $1 \times 1 \text{ мкм}$).

Мелкие кластеры, концентрация которых такого же порядка, менее однородны по размерам, возможно, из-за более сильного влияния подтравливания. Их средний латеральный размер ≈ 30 нм и высота ≈ 1.6 нм. Заметим, что на поверхностных слоях КТ подобные кластеры не наблюдаются. В связи с этим можно предположить, что они либо исчезают на свободной поверхности в результате коалесценции, либо образуются уже после нанесения покровного слоя в результате реконструкции

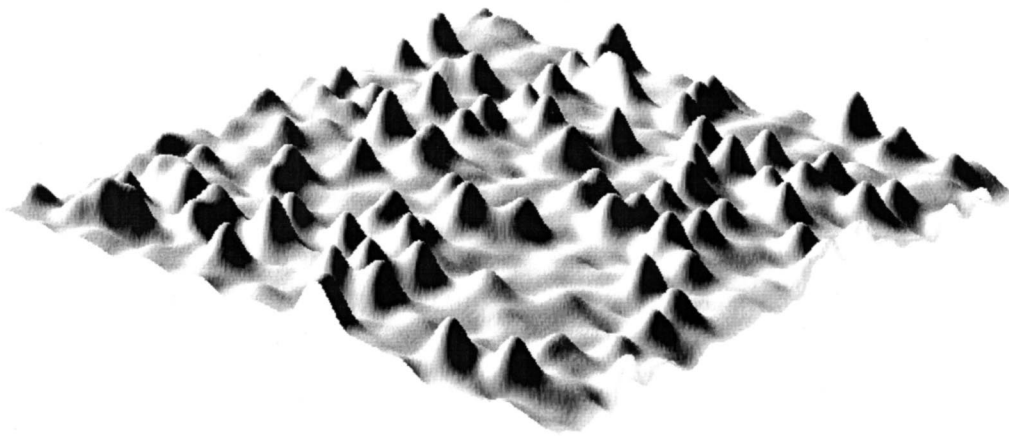


Рис. 2. АСМ изображение слоя КТ после стравливания покровного слоя толщиной 15 нм (размер кадра 0.75×0.75 мкм).

смачивающего слоя. Последнюю может вызывать повышение упругих напряжений в относительно толстом смачивающем слое, вырастающем на свободной поверхности. Простой расчет показывает, что для образования кластеров указанных выше размеров и плотности достаточно изменения толщины смачивающего слоя на один монослой. Поскольку возможны и другие объяснения появления рассматриваемого нанорельефа на травленной поверхности (остатки растравленных крупных кластеров, неоднородное травление и др.), дальше мы приведем дополнительные аргументы, подтверждающие реальное наличие мелких кластеров — КТ.

Увеличение концентрации In в слое КТ увеличивает поверхностную плотность КТ, но при неизменном поступлении Vi эффективность блокирования коалесценции снижается и появляются крупные кластеры, однако однородность псевдоморфных кластеров — КТ по-прежнему остается значительно более высокой, чем в нелегированных слоях КТ, о чем свидетельствуют спектры ФЛ и КФЭ (см. далее). Возможно, что при соответствующей оптимизации потоков In и Vi можно повысить плотность КТ без образования крупных кластеров, ухудшающих морфологию слоя.

2.2. Фотолуминесценция ГКТ

На рис. 3 показано влияние температуры осаждения T_d легированного Vi слоя КТ на спектры ФЛ ГКТ при 77 К. При $T_d = 550^\circ\text{C}$ пик ФЛ от КТ с максимумом $h\nu_m = 1.185$ эВ очень широк и сильно смещен в сторону высоких энергий. При более низких температурах осаждения наблюдаются более узкие пики ФЛ, которые с понижением T_d смещаются в сторону меньших энергий, но при этом снижается интенсивность свечения. Оптимальная температура, при которой наблюдается минимальная ширина пика ФЛ на полувысоте $\Gamma^{QD} = 35\text{--}40$ мэВ при достаточно высокой интенсивности свечения, находится в интервале $510\text{--}530^\circ\text{C}$. В структурах, выращенных

при этих температурах, хорошо разрешается не только основной оптический переход, но и переход на первый уровень возбуждения в КТ (кривая 3). Он отстоит от основного перехода на ≈ 85 мэВ, что обеспечивает сохранение свойств КТ при комнатной температуре. В нелегированных ГКТ минимальное значение Γ^{QD} было около 55 мэВ. Заметим, что в некоторых легированных ГКТ наблюдались и аномально широкие полосы ФЛ (Γ^{QD} — до 200 и даже 300 мэВ), структура которых свидетельствует об образовании КТ нескольких характерных размеров. Возможно, появление такого рода неоднородности связано с неконтролируемыми особенностями подложек, однако непосредственную причину появления аномально широких полос ФЛ установить пока не удалось.

Как видно из рис. 3, методом МОСГЭ можно получать ГКТ с положением пика ФЛ $h\nu_m$ до 0.93 эВ при 77 К (кривые 4, 6), т.е. в практически важном для оптоэлектроники диапазоне длин волн в районе 1.3 мкм. Подобные низкие значения $h\nu_m$ в ГКТ, полученных МПЭ,

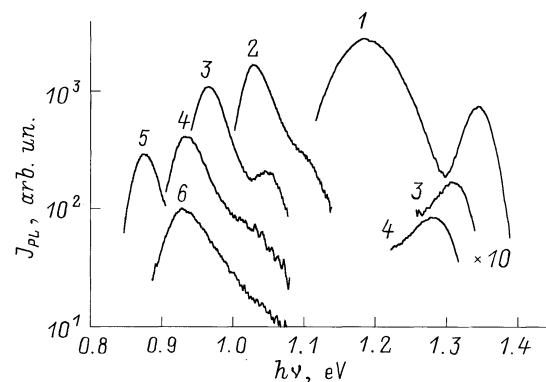


Рис. 3. Спектры ФЛ (77 К) при разных температурах осаждения слоя КТ. T_d , $^\circ\text{C}$: 1 — 550, 2 — 530, 3 — 510, 4 — 490, 5 — 490 (измерения ФЛ при комнатной температуре), 6 — 470.

обычно достигаются только при 300 К и при покрытии КТ внешней квантовой ямой [4,5]. В легированных ГКТ интенсивность ФЛ при комнатной температуре была только в два-три раза меньше, чем при 77 К. При этом было получено минимальное значение $h\nu_m = 0.87$ эВ (1.41 мкм) при ширине пика 43 мэВ (кривая 5).

Некоторые особенности морфологии и фотоэлектронных свойств исследованных ГКТ — низкие значения энергии основного перехода в КТ, достаточно совершенная структура и проявление квантовых свойств при 300 К у сравнительно больших по данным АСМ нанокластеров, что противоречит некоторым оценкам [1], — можно объяснить тем, что при МОСГЭ в результате диффузионного перемешивания компонентов на гетерогранице КТ InAs/GaAs образуется переходный слой твердого раствора, играющий роль внешней квантовой ямы. Его наличие вызывает перераспределение и частичную релаксацию упругих напряжений и изменение формы потенциальной ямы в квантовых точках, что приводит к соответствующему изменению энергетического спектра КТ. Заметим, что низкие значения $h\nu_m$ не могут быть приписаны вхождению Вi в состав самих КТ, так как близкие значения были получены и в нелегированных ГКТ [6]. Из-за большого размера атомов Вi скорее всего не входит в заметном количестве в состав КТ, а оттесняется на поверхность ГКТ. На это указывает образование на поверхности многослойных легированных ГКТ тонкого слоя (вероятно, висмута или его сплава), диффузно отражающего свет. Возможно, Вi также частично адсорбируется на границе растущих кластеров — КТ, что может влиять на поверхностную упругую энергию массива кластеров. При определенных условиях это может способствовать росту более однородных кластеров [7].

Почти на всех структурах, кроме главного пика ФЛ, связанного с КТ, наблюдался более слабый коротковолновый пик в области 1.35–1.28 эВ при 77 К (рис. 3). Он, как и главный пик, смещался в область низких энергий при уменьшении T_d , при этом интенсивность его уменьшалась. По-видимому, излучает в этой области не смачивающий слой, как можно было бы думать, а массив мелких кластеров — КТ, о который говорилось выше. Пик имеет типичную для КТ ширину ~ 60 мэВ и расположен при меньших энергиях, чем пик ФЛ от обычного смачивающего слоя ($h\nu_m > 1.4$ эВ). Чтобы излучать в области 1.28 эВ, смачивающий слой должен иметь толщину от 2.5 до 3 монослоев. Возможно, он и вырастает до такой толщины на свободной поверхности до предполагаемой его реконструкции при нанесении покровного слоя. Заметим, что на некоторых образцах наблюдаются два отдельных пика ФЛ при ≈ 1.3 и 1.4–1.45 эВ. При температурах осаждения выше 600°C и уменьшении номинальной толщины слоя InAs до ≈ 2 монослоев образуются только мелкие кластеры — КТ этого типа. Фотоэлектронные спектры таких ГКТ исследованы в [3].

2.3. Фотоэлектрическая спектроскопия ГКТ

Методы фотоэлектрической спектроскопии, показавшие свою эффективность при исследовании гетероструктур с квантовыми ямами (см., например, [8]), сравнительно редко используются при исследовании ГКТ, вероятно, из-за некоторых трудностей их применения к этим объектам. Фотоэлектрическая чувствительность от слоя квантовых точек обычно значительно меньше fotocувствительности от квантовой ямы (КЯ) из-за меньшего значения коэффициента поглощения этого слоя, который пропорционален поверхностной плотности КТ, и большего значения высоты барьеров для эмиссии фотоэлектронов и фотодырок из КТ в матрицу. В связи с этим на фотоэлектрических спектрах ГКТ, в отличие от спектров ФЛ, часто хорошо выявляется полоса fotocувствительности от КЯ смачивающего слоя и трудно обнаружить полосу fotocувствительности от самих КТ на фоне примесной fotocувствительности структур, связанной с глубокими уровнями в подложке. Фоточувствительность от КТ обычно наблюдается только на ГКТ с достаточно тонким покровным слоем (~ 15 нм) и толстым буферным слоем (~ 0.5 мкм), что обеспечивает встраивание слоя КТ в область сильного поля поверхностного барьера. При этом поверхностная плотность КТ должна быть порядка $\sim 10^{10}$ см $^{-2}$. Однако если слой КТ находится непосредственно на поверхности, то из-за высокой скорости поверхностной рекомбинации fotocувствительность от него, как и ФЛ, часто тоже не обнаруживается.

На рис. 4 приведены спектры КФЭ ряда ГКТ при 300 К. Спектры ФЛ некоторых из них показаны на рис. 3. На фотоэлектрических спектрах нелегированных ГКТ (кривая 1) обычно виден только порог fotocувстви-

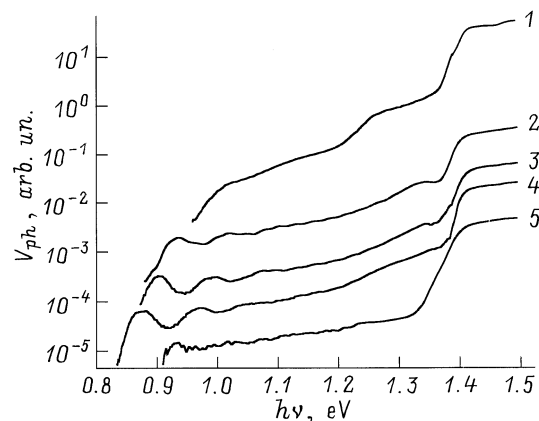


Рис. 4. Спектры КФЭ ГКТ при разных условиях осаждения слоя КТ. 1 — нелегированный слой КТ, $T_d = 530^\circ\text{C}$; 2 — легированный слой КТ, $T_d = 530^\circ\text{C}$; 3 — то же, $T_d = 510^\circ\text{C}$; 4 — то же, $T_d = 490^\circ\text{C}$; 5 — то же, $T_d = 530^\circ\text{C}$, без покровного слоя (у всех других структур покровный слой имеет толщину 15 нм). Спектры ФЛ образцов, на которых получены кривые 2–4, под теми же номерами приведены на рис. 3.

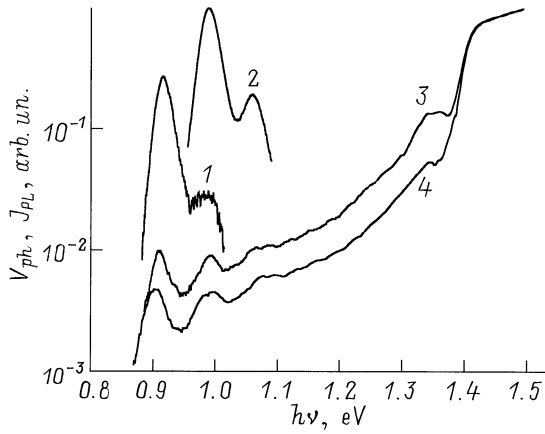


Рис. 5. Спектры ФЛ и КФЭ структуры с тремя слоями КТ. 1–2 — спектры ФЛ при 300 и 77 К соответственно; 3 — спектр КФЭ при 300 К; 4 — спектр КФЭ с одним слоем КТ.

тельности от КТ (около 1 эВ для данного образца), соответствующий основному переходу в КТ, а структура спектра, связанная с уровнями возбуждения, плохо или совсем не разрешается. В легированных Вi ГКТ благодаря более высокой однородности КТ на спектрах КФЭ, как и на спектрах ФЛ, хорошо разрешаются не только основной оптический переход, но и переходы на уровни возбуждения, причем на них виден даже второй уровень возбуждения (кривые 2–4). Структура фотоэлектрических спектров и энергетическое положение пиков хорошо согласуются со спектром ФЛ при 77 К с учетом температурного сдвига примерно на 80 мЭВ. На некоторых легированных структурах удалось обнаружить даже fotocувствительность от поверхностных КТ (кривая 5).

На фотоэлектрических спектрах структур с покровным слоем обычно хорошо заметна полоса fotocувствительности от смачивающего слоя (ступенька при $h\nu \approx 1.33$ эВ) и слабо выражена или совсем отсутствует полоса с порогом 1.2–1.27 эВ, соответствующим пику ФЛ в районе ≈ 1.3 эВ (подъем на кривых при $h\nu \gtrsim 1.2$ эВ). Это согласуется с предположением о связи этого пика с мелкими КТ. На спектре структуры с поверхностным слоем КТ смачивающий слой не проявляется (кривая 5) из-за его окисления.

На рис. 5 показаны спектры КФЭ ГКТ, полученных в одинаковых условиях с тремя и одним слоем КТ (кривые 3, 4). Спейсерные слои в трехслойной структуре и покровный слой в обеих структурах имели толщину 15 нм. Кривые нормированы на единицу в области собственного поглощения. При одинаковых плотности КТ и фотоэлектрической квантовой эффективности излучения в каждом слое следовало ожидать, что значения нормированной fotocувствительности в области поглощения КТ и смачивающего слоя этих структур должны различаться в 3 раза. Действительное отношение близко к 2.5, что свидетельствует о достаточно хорошей воспро-

изводимости параметров слоев КТ. Для многослойной структуры приведены также спектры ФЛ при 300 и 77 К (кривые 1 и 2 соответственно). Энергетическое положение пиков ФЛ и КФЭ и ширина основного пика (33 мЭВ) практически совпадают.

Наличие в одной структуре КТ и КЯ смачивающего слоя, который в этих структурах хорошо выявляется и имеет порог при 1.33 эВ, позволяет оценить поверхностную плотность КТ из фотоэлектрических спектров, используя КЯ как эталон оптического поглощения [3]. Так как fotocувствительность от КТ примерно в 15 раз меньше fotocувствительности от КЯ, такое же соотношение должно иметь место и для соответствующих коэффициентов оптического поглощения КТ (β_m^{QD}) и КЯ (β_m^{QW}), если квантовая эффективность поглощенного ими излучения близка к единице. В связи с тем что оба квантовых объекта находятся в области сильного поля поверхностного барьера ($\sim 10^4$ В/см), такое допущение оправдано. Коэффициент поглощения КЯ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ слабо зависит от x и ширины ямы и составляет $\approx 7 \cdot 10^{-3}$ [3]. Следовательно, в максимуме fotocувствительности $\beta_m^{QD} \sim 5 \cdot 10^{-4}$ для одного слоя КТ. По найденным из фотоэлектрического спектра значениям β_m^{QD} и ширине пика fotocувствительности $\Gamma^{QD} \sim 0.033$ эВ можно оценить поверхностную плотность КТ по формуле [3]

$$N_s^{QD} = \frac{c m_e \sqrt{\epsilon}}{2 \sqrt{\pi \ln 2} h e^2 |X|^2} \beta_m^{QD} \Gamma^{QD},$$

где c — скорость света, m_e — эффективная масса электронов в GaAs, ϵ — диэлектрическая проницаемость GaAs, h — постоянная Планка, e — заряд электрона, $|X|^2$ — интеграл перекрытия огибающих волновых функций электронов и дырок. При $m_e = 0.07 m_0$ и $|X|^2 \sim 1$ $N_s^{QD} \approx 2 \cdot 10^{15} \beta_m^{QD} \Gamma^{QD} [\text{см}^{-2} \cdot \text{эВ}^{-1}]$ и оценка дает $N_s^{QD} \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$, что удовлетворительно согласуется с найденным для этого образца по АСМ изображению вскрытого травлением слоя КТ (рис. 2) значением $1.6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$.

Заключение

Результаты данной работы показывают, что изовалентное легирование висмутом слоя InAs в процессе его роста является эффективным средством улучшения морфологии и фотоэлектронных свойств гетероструктур с квантовыми точками GaAs/InAs, получаемых газофазной эпитаксией. Этим методом получены структуры излучающие и fotocувствительные в спектральной области до 1.41 мкм при комнатной температуре.

Работа выполнялась при финансовой поддержке РФФИ (гранты 98-02-16688, 00-02-17598), программы МНТП "Физика и технология твердотельных наноструктур" (грант 99-1141), Министерства образования РФ (грант 97-7.1-204 и программа "Университеты России") и CRDF (BRNE Program, REC-001).

Список литературы

- [1] Н.Н. Леденцов, В.М. Устинов, В.А. Щукин, П.С. Копьев, Ж.И. Алфёров, Д. Бимберг. ФТП, **32**, 385 (1998).
- [2] Н.В. Байдусь, Б.Н. Звонков, Д.О. Филатов, Ю.Ю. Гущина, И.А. Карпович, А.В. Здравейцев. *Матер. Всерос. совещ. "Зондовая микроскопия-99"*. 10–13 марта 1999, Нижний Новгород, с. 164. [Поверхность (в печати)].
- [3] Б.Н. Звонков, И.Г. Малкина, Е.Р. Линькова, В.Я. Алешкин, И.А. Карпович, Д.О. Филатов. ФТП, **31**, 1100 (1997).
- [4] H. Saito, K. Nishi, S. Sugou. Appl. Phys. Lett., **73**, 2742 (1998).
- [5] Б.В. Воловик, А.Ф. Цацульников, Д.А. Бедарев и др. ФТП, **33**, 990 (1999).
- [6] И.А. Карпович, Д.О. Филатов, С.В. Морозов, Н.В. Байдусь, Б.Н. Звонков, Ю.Ю. Гущина. Изв. АН. Сер. физ., **63**, № 2, 313 (2000).
- [7] V.A. Shchukin, A.I. Borovkov, N.N. Ledentsov, P.S. Kor'ev, M. Grundman, D. Bimberg. Low-Dim. Structur., **12**, 43 (1995).
- [8] И.А. Карпович, Д.О. Филатов. ФТП, **30**, 1745 (1996).

Редактор В.В. Чалдышев

The influence of Bi doping of the InAs quantum dots on the morphology and photoelectronic properties of GaAs/InAs heterostructures obtained by MOVPE

B.N. Zvonkov, I.A. Karpovich, N.V. Baidus,
D.O. Filatov, S.V. Morozov

Nizhniy Novgorod State University,
606300 Nizhniy Novgorod, Russia

Abstract It has been found that isovalent Bi doping of InAs quantum dot (QD) layer during the growth by MOVPE in InAs/GaAs heterostructures suppresses coalescence of nanoclusters and promotes more uniform size distribution of quantum dots, while Bi itself practically not incorporated in the material of QDs. In general, its role reduces to suppressing the diffusion mobility of atoms on the growing layer surface.

A method for investigation of the morphology of the internal QD layer covered by a coating layer has been developed using atomic force microscopy and removing the coating by selective chemical etching. Its applicability for investigation of InAs QDs embedded into the GaAs matrix has been demonstrated. The dependence of photoluminescence (PL) and photoelectric sensitivity spectra of the heterostructures on the QD's morphology has been studied. The PL and photosensitivity due to QDs at 1.41 μm at room temperature with 43 meV FWHM were observed in the structures doped by Bi.

Some features of the morphology and photoelectronic properties of heterostructures grown by MOVPE were explained by formation of a transient InGaAs alloy at the GaAs/InAs heterointerface of QDs as a result of diffusional interaction of the components.