

06.2; 06.3; 07

© 1990

ОПТИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ
НА ОСНОВЕ *InGaAs* ГЕТЕРОСТРУКТУРА.З. М е р е у ц е, А.В. С ы р б у,
В.П. Я к о в л е в

К настоящему времени основные успехи в области оптических усилителей прямого действия с вводом и выводом излучения посредством одномодовых волокон были достигнуты в разработках *InGaAs / InP* усилителей на рабочие длины волн 1.3 и 1.55 мкм [1, 2]. Вместе с тем большой интерес представляет получение таких усилителей на длину волны ~ 0.85 мкм для их применения в локальных разветвленных сетях волоконно-оптических линий связи. Основная трудность в создании *AlGaAs* оптических усилителей заключается в отсутствии надежных методов получения пространственно-одномодовых исходных лазерных диодов с малыми поперечными размерами активной области и низкими значениями порогового тока генерации, что необходимо для достижения разумных потерь на согласование активного элемента с входным и выходным оптическими волокнами, а также для работы усилителя в непрерывном режиме. *AlGaAs* усилители со скошенным по отношению к зеркалам полосковым контактом с шириной 10 мкм с вводом и выводом излучения при помощи микрообъективов были исследованы в [3].

В данной статье приводятся результаты исследований *AlGaAs* усилителей с вводом и выводом излучения посредством одномодовых оптических волокон, созданных на основе лазерных гетероструктур, выращенных низкотемпературной жидкофазной эпитаксией с гребневым волноводом с шириной активной области ≈ 4 мкм [4]. На зеркала лазерных диодов осаждали антиотражающие покрытия ZrO_2 с использованием метода электронно-лучевого распыления в вакууме. Значение коэффициента отражения зеркал после осаждения слоев $\sim 0.5\%$. Усилители и согласованные с ними по длине волны лазерные диоды напаивались на твердотельные электронные микроохладители ТЭО-1. Стыковку входа и выхода усилителя с одномодовыми оптическими волокнами проводили на автоматизированной установке стыковки [5]. Перед стыковкой на торцах волокон формировали фокусное сужение и микролинзовое оплавление на установке КСС-111. Суммарные оптические потери на ввод и вывод в таких усилителях, согласованных с одномодовыми оптическими волокнами, составляли ~ 15 дБ.

На рис. 1, кривая 1 приведена спектральная характеристика спонтанного излучения на выходном волокне усилителя при токе

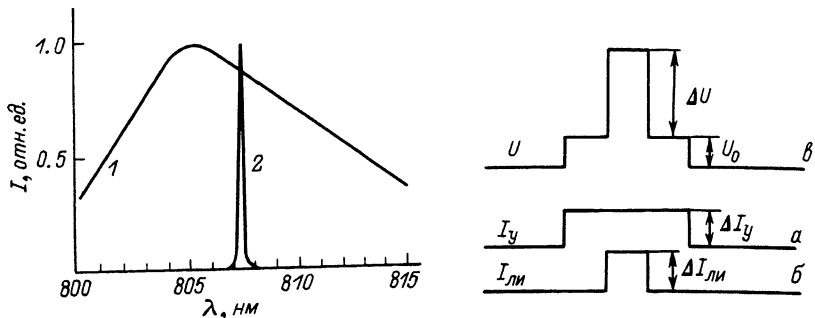


Рис. 1. Спектральные характеристики усилителя (1) и лазера-источника входного оптического сигнала (2), снятые при комнатной температуре на постоянном токе.

Рис. 2. Осциллограммы импульсов тока через усилитель I_y (а), лазер-источник оптического сигнала, $I_{ли}$ (б) и напряжения на нагрузочном сопротивлении фотодиода для регистрации выходного сигнала. U_0 - уровень фона спонтанного излучения усилителя.

через усилитель 100 мА (пороговый ток генерации исходной лазерной структуры составлял 35 мА), а также спектр излучения (2), вводимого в входное волокно усилителя из лазера-источника оптического сигнала. Оба спектра сняты при комнатной температуре на постоянном токе.

Измерения аппаратного коэффициента усиления удобнее проводить при импульсном питании усилителя и лазера источника. На рис. 2 приведены осциллограммы импульсов тока через усилитель I_y (а), лазер источник $I_{ли}$ (б) и напряжения на нагрузочном сопротивлении фотодиода, на который падает излучение с выходного оптического волокна усилителя U (в). При подаче на вход усилителя сигнала от лазера источника $\Delta I_{ли}$ и наличии импульса питания на усилителе ΔI_y на выходе усилителя возникает сигнал ΔU . Значения $\Delta I_{ли}$ и ΔU пропорциональны значениям мощности оптического сигнала в входном ($P_{вх}$) и выходном ($P_{вых}$) волокнах усилителя соответственно.

На рис. 3 приведены зависимости мощности выходного сигнала и аппаратного коэффициента усиления $K_y = P_{вых}/P_{вх}$ от мощности входного сигнала, снятые для 3-х значений тока через усилитель $\Delta I_y = 100, 110$ и 120 мА и 2-х значений температуры лазера источника, $T_{ли} = 293$ и 286 К. Уменьшение температуры лазера-источника приводит к уменьшению длины волны излучения с наклоном ~ 1 Å/К. Как видно из рисунка, рост $P_{вых}$ с увеличением $P_{вх}$ происходит быстрее при увеличении тока через усилитель. $P_{вых}$ также увеличивается с уменьшением температуры лазера-источника, что приводит к смещению длины волны оптического сигнала в сторону максимума спектральной зависимости спонтанного излучения усилителя.

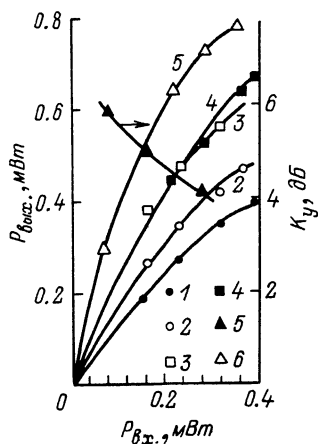


Рис. 3. Зависимость мощности выходного сигнала $P_{\text{вых}}$ (1-5) и аппаратного коэффициента усиления K_y (6) от мощности входного сигнала $P_{\text{вх}}$ для разных значений тока через усилитель ΔI_y и температуры лазера-источника оптического сигнала $T_{\text{ли}}$: 1, 2, 3 - $T_{\text{ли}} = 293$ К, 4, 5, 6 - $T_{\text{ли}} = 286$ К; 1 - $\Delta I_y = 100$ мА, 2, 3 - $\Delta I_y = 110$ мА, 3, 5, 6 - $\Delta I_y = 120$ мА.

Зависимость аппаратного коэффициента усиления K_y от $P_{\text{вх}}$ приведена для $I_y = 120$ мА и $T_{\text{ли}} = 286$ К. С уменьшением мощности излучения в входном волокне от 0,28 до 0,08 мВт K_y уве-

личивается от 4 до 6 дБ. Сублинейный характер зависимости $P_{\text{вых}}$ ($P_{\text{вх}}$) и уменьшение K_y с увеличением $P_{\text{вх}}$ свидетельствуют о том, что усилитель работает в режиме насыщения усиления.

Таким образом, в данной работе получены *AlGaAs* оптические усилители прямого действия, состыкованные с одномодовыми оптическими волокнами, работающие на длине волны 805 нм с аппаратным коэффициентом усиления 6 дБ. Рабочая длина волны может варьировать в пределах 750-850 нм, изменяя содержание *AlAs* в активном слое. Дальнейшее увеличение K_y станет возможным при переходе на *AlGaAs* гетероструктуры зарощенного типа, что позволит уменьшить потери на ввод-вывод излучения и улучшить оптическую локализацию сигнала в активной области прибора.

В заключение авторы выражают благодарность П.Г. Елисееву и Ву Ван Лык за помощь, оказанную при проведении данной работы.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] В у В а н Л ы к, Д у р а е в В.П., Е л и с е е в П.Г. и др. Оптический усилительный модуль и его оптоэлектронные свойства. Препринт ФИАН. 1989. № 47.
- [2] O'Mahony M.J., Marshall I.W., Devlin W.J., Regnault J.C. // Electron. Lett. 1985. V. 21. N 11. P. 501-502.
- [3] Богатов А.П., Елисеев П.Г., Охотников О.Г., Рахвальский М.П., Хайретдинов К.А. // Квантовая электроника. 1986. Т. 13. № 9. С. 1859-1867.
- [4] Мереуцэ А.З., Яковлев В.П., Сырбу А.В., Иванов С.П. Тез. докл. Всес. конф. „Физика полупроводниковых лазеров“, Вильнюс, 1989. С. 13-14.

[5] Д е ш а н П.Х., М о р а р ь А.Н., Я к о в л е в В.П.
Тез. докл. Всес. конф. „Опτικο-электронные измерительные
устройства и системы“, Томск, 1989. с. 87.

Поступило в Редакцию
2 марта 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 10

26 мая 1990 г.

06.2

© 1990

ЭВОЛЮЦИЯ СПЕКТРОВ ДТА И КРС АМОРФНОГО И АМОРФНОГО ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

А.А. А й в а з о в, Н.В. Б о д я г и н,
С.В. П е т р о в, Е.Л. П р и х о д ь к о,
Р.Н. Х а ш и м о в

Проблема стабильности свойств аморфного гидрогенизированно-го кремния является на сегодня центральной при создании и эксплуатации электронных устройств на его основе. Вопросы получения материала с термостабильными характеристиками не могут быть решены без объективных сведений по возможным структурным превращениям. Эти сведения могут быть получены методами сканирующей дифференциальной калориметрии (ДСК) или дифференциального термического анализа (ДТА). Единственная на сегодня работа по изучению $a-Si:H$ методом ДСК [1] относится к легированному фосфором $a-Si:H$ и выполнена в узком диапазоне температур. Это затрудняет анализ и не позволяет выделить отдельно вклад водородной и кремниевой подсистем.

Нами впервые исследованы нелегированные слои $a-Si:H$ методом ДТА [2] на приборе „Du Pont“ в диапазоне температур от -130 до 600 °С. В интервале от -130 до 50 °С не зафиксировано отклонений от обычного температурного хода теплоемкости. В областях от 50 до 225 °С и от 225 до 600 °С обнаружены экзотермические пики с теплотами Q_1 и Q_2 и максимумами при температурах T_1 и T_2 соответственно (см. рисунок, а). При повторном измерении указанные пики не наблюдались (см. рисунок, б).

$a-Si:H$ получали методом тлеющего разряда из смеси $10\% SiH_4 + 90\% H_2$ при мощности разряда 0.3 Вт/см², давлении смеси 50 Па, скорости расхода смеси 100 см³/мин. Исследованы зависимости Q_1, T_1, Q_2, T_2 от температуры подложки, изменяющейся от 25 до 340 °С (табл. 1). Кроме того, измерены спектры комбинационного рассеяния света (КРС) этих же образцов. Измерялась частота максимума пика ω_{TO} колебаний ω_{TO} и полуширина этого пика с высокочастотной стороны $\Delta\omega_{TO}/2$. По методике предложенной в [3] рассчитывалась избыточная деформационная энергия аморфной сетки кремния U (табл. 1).