

- [1] Бурдаков А. В., Койдан В. С., Rogozin A. И., Чикунев В. В. В кн.: Тр. III Междунар. конф. по исследованию и технологии электронного и ионного пучков. Новосибирск, ИЯФ СО АН СССР, 1979, т. 1, с. 315—318.
- [2] Авроров А. П., Астрелин В. Т., Бояринцев Э. Л. и др. В кн.: Докл. VII Междунар. конф. по физике плазмы и УТС (Брюссель, 1980 г.). Вена, 1981, т. 1, с. 549—554.
- [3] Каден Г. Электромагнитные экраны в высокочастотной технике и технике электросвязи. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1957. 326 с.

Институт ядерной физики  
СО АН СССР  
Новосибирск

Поступило в Редакцию  
12 ноября 1985 г.  
В окончательной редакции  
23 декабря 1986 г.

УДК 537.311.33

Журнал технической физики, т. 58, в. 2, 1988

## ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАНАРНЫХ ВОЛНОВОДНЫХ СТРУКТУР

### $Cd_xZn_{1-x}GeP_2 - ZnGeP_2$

В. Г. Воеводин, А. И. Гривенюков, А. Н. Морозов, Н. В. Чалдышева

В работе предложено использовать метод твердофазных реакций изовалентного замещения (ТРЗ) [ $1^{-8}$ ] для получения монокристаллических планарных волноводов на основе соединений  $A^2B^4C_5^2$ . При этом структуры  $D_x^2A_{1-x}^2B^4C_5^2 - A^2B^4C_5^2$  формируются за счет диффузионного обмена изовалентными элементами в процессе отжига кристалла  $A^2B^4C_5^2$  совместно с диффузантом ( $D^2$ ). Волноводные свойства таких слоев определяются подбором соответствующего замещающего элемента, обеспечивающего приращение показателя преломления в диффузионном слое.

Исследование метода ТРЗ для формирования волноводных структур на основе кристаллов  $A^2B^4C_5^2$  представляется весьма перспективным. Достоинствами диффузионной технологии являются «аппаратурная» простота и принципиальные возможности получать канальные волноводные структуры нужной конфигурации путем соответствующей «маскировки» подложек, формировать различные профили показателя преломления в слое, улучшать качество границ, уменьшать оптические потери и пр.

Исследуемые слои состава  $Cd_xZn_{1-x}GeP_2$  создавались путем отжига кристаллов  $ZnGeP_2$  в парах кадмия. Исходным материалом служил монокристаллический  $ZnGeP_2$   $p$ -типа проводимости, выращенный методом Бриджмена. Основные параметры, характеризующие материал: удельное сопротивление  $\rho_0 \sim 10^6$  Ом·см, подвижность дырок  $\mu = 25 \div 40$  см<sup>2</sup>·В<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup>, оптические потери  $\alpha \approx 5$  см<sup>-1</sup> на длине волны  $\lambda = 1.06$  мкм. Поверхность подложек размером  $10 \times 20$  мм, ориентированная по плоскости (100), механически полировалась, а затем химически очищалась перед термообработкой. Диффузионный отжиг проводился при 700 °С в эвакуированных до  $10^{-3}$  Па кварцевых ампулах с рассчитанными навесками летучих компонентов в условиях, исключающих пластическую деформацию подложек.

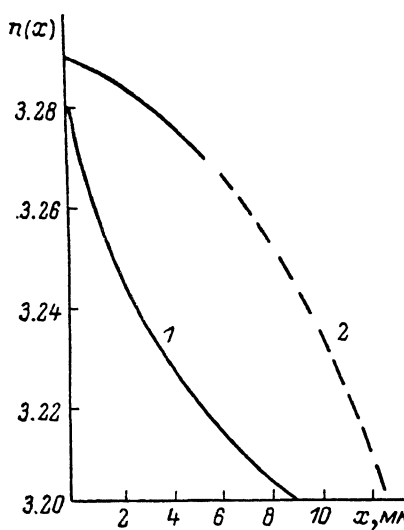
Характеристики волноводных диффузионных слоев определялись составом газовой фазы, температурой и длительностью термообработки.

После диффузионного отжига проводились измерения типа проводимости и удельного сопротивления слоев. Поверхность образцов исследовалась с помощью оптической и растровой электронной микроскопии. Резонансные углы возбуждения волноводных мод измерялись при помощи гономегра Г-5 с использованием лазера ЛТН-101 ( $\lambda = 1.06$  мкм), визуализация  $m$ -линий осуществлялась электронно-оптическим преобразователем П-4. Потери в волноводе определялись методом скользящей призмы.

Было найдено, что пленки  $Cd_xZn_{1-x}GeP_2$  имеют  $p$ -тип проводимости и высокое удельное сопротивление ( $\rho \sim 10^6$  Ом·см), что затрудняет исследование их электрофизических свойств. Согласно данным металлографического анализа, образующаяся в результате диффузии гетерограница была резкой и повторяла рельеф поверхности исходного образца.

Исследование волноводных структур показало, что при прочих одинаковых условиях (температура, состав газовой фазы) параметры полученных волноводов зависят от длитель-

ности термообработки. При высоком содержании кадмия и большой толщине пленки наблюдалось ее растрескивание и частичное отслаивание от подложки. Это дает основание аппроксимировать параболической функцией профиль показателя преломления  $n(x)$  в волноводах, полученных при достаточно больших временах отжига, и, следовательно, оценить толщины волноводных слоев. При малых временах отжига профиль показателя преломления, как показано на рисунке, являлся экспоненциальным.



Профиль показателя преломления в волноводных слоях. Время термообработки 1 (1) и 3 ч (2).

поглощением и рассеянием излучения на структурных дефектах, характерных для «исходного» подложечного материала. В связи с этим резервы улучшения параметров волноводов очевидны — это использование более качественных подложек и оптимизация технологических режимов диффузии.

Полученные волноводы перспективны для создания параметрических преобразователей частоты излучения маломощных ИК лазеров, а также электро- и акустооптических устройств обработки оптической информации.

### Литература

[1] Калевич Е. С., Конников С. Г. Письма в ЖТФ, 1977, т. 3, № 20, с. 1053—1056.  
 [2] Martin W. E., Hall D. B. Appl. Phys. Lett., 1972, v. 1, 21, N 7, p. 325—327.  
 [3] Рудь Ю. В., Сергинов М., Скорюкина В. Е. ФТП, 1983, т. 17, № 7, с. 1265—1269.  
 [4] Рудь Ю. В., Ундалов Ю. К., Дагина Н. Е. ФТП, 1979, т. 13, № 3, с. 515—520.  
 [5] Береза В. Н., Камуз А. М., Климова Н. В., Пекарь Г. С. В сб.: Интегральная оптика. Наука: Новосибирск, 1986, с. 58—63.  
 [6] Воеводин В. Г., Давыдова Т. А., Морозов А. Н. и др. Тез. докл. VII конф. по процессам роста и синтеза полупроводниковых кристаллов и пленок. Новосибирск, 1986, т. 2, с. 67—68.

Физико-технический институт  
им. В. Д. Кузнецова  
при Томском  
государственном университете

Поступило в Редакцию  
18 декабря 1986 г.