



Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Э. А. Арутюнян, В. В. Ильин, Л. С. Лебедев, В. В. Морозов, Е. К. Скалецкий, Оптические волноводы в ИАГ: Nd^{3+} , полученные методом имплантации ионов, *Письма в ЖТФ*, 1983, том 9, выпуск 9, 549–551

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.9.173

25 марта 2025 г., 05:28:54



согласуется с оценкой в рамках полевой модели [1]. Заметим, что диффузионная модель дает значение $L \sim 7$ мкм, что значительно меньше экспериментально наблюдаемой. Таким образом, проведенное экспериментальное исследование процесса распространения включенного состояния в арсенидгаллиевых тиристорах показывает хорошее согласие с полевой моделью. Характерное значение скорости распространения включенного состояния для исследованных структур составляет $\sim 10^5$ см/с.

Л и т е р а т у р а

- [1] М.И. Дьяконов, М.Е. Левинштейн. ФТП, 12, 729 (1978).
- [2] М.И. Дьяконов, М.Е. Левинштейн. ФТП, 12, 1675 (1978).
- [3] Г.А. Ашкинази, В.М. Ботнарюк, Ю.В. Жилев и др. Письма в ЖТФ, 6, 287 (1980).
- [4] С.Н. Вайнштейн, И.И. Диакону, Ю.В. Жилев, М.Е. Левинштейн. ЖТФ, 3 (1983).
- [5] П.И. Баранский, В.П. Клочков, И.В. Потыкевич. Полупроводниковая электроника. Справочник. „Наукова думка“, Киев (1975).
- [6] Ф.И. Алферов, В.Г. Данильченко, В.И. Корольков и др. Письма в ЖТФ, 5, 916 (1979).
- [7] I.G. Shasnikov, M.E. Levinshtein, S.V. Shenderoy. Solid-State Electronics, 24, 649 (1981).

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
17 февраля 1983 г.

Письма в ЖТФ, том 9, вып. 9

12 мая 1983 г.

ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛНОВОДЫ В ИАГ: Nd^{3+} ,
ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ

Э.А. Арутюнян, В.В. Ильин,
Л.С. Лебедев, В.В. Морозов,
Е.К. Скалецкий

Развитие интегральной оптики (ИО) в оптическом диапазоне непосредственно связано с разработкой новых методов изготовления оптических волноводов. Наряду с известными методами получения оптических волноводов все более успешно применяется также облучение образцов заряженными ионами — имплантация ионов. С помощью имплантации ионов были получены оптические волноводы

в полупроводниковых материалах и плавленном кварце [1], а недавно в литературе появились сообщения о развитии этого метода применительно к диэлектрическим кристаллам лазерной техники [2-5]. Однако во всех этих экспериментах успешная попытка получения оптического волновода была реализована только в нелинейном кристалле $LiNbO_3$. Поэтому представляет интерес исследование возможностей метода имплантации ионов с целью получения элементов ИО для более широкого класса диэлектрических кристаллов лазерной техники.

В данной работе имплантацией ионов гелия впервые получен планарный оптический волновод в лазерном кристалле ИАГ: Nd^{3+} . Использовались пластины размерами $20 \times 15 \times 3$ мм, вырезанные из кристалла ИАГ: Nd^{3+} с концентрацией неодима $\eta = 1\%$. Облучалась полированная поверхность элемента, которая предварительно напылялась алюминиевой пленкой толщиной 500 \AA - для снятия электрического заряда. Имплантация проводилась на ускорителе типа Ван-де-Графф. При облучении энергия ионов варьировалась в интервале $0,9 \div 1,9$ мэВ с шагом $0,1$ мэВ. Доза при каждом значении энергии частиц была выбрана $D = 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Для обеспечения однородности облучения пучок ионов гелия сканировался по поверхности кристалла с частотой 50 Гц.

Важным этапом при изготовлении оптических волноводов является ликвидация поврежденного слоя на полированной поверхности, образованного в результате механической обработки кристаллов [6]. Наши исследования показали, что специальным режимом термического отжига можно восстановить поврежденный слой элементов $LiNbO_3$ [7] и затем имплантацией ионов получить оптические волноводы с толщиной $d \approx 1,5$ мкм [5]. Применение аналогичной процедуры к кристаллу ИАГ: Nd^{3+} приводило к порче полировки рабочей поверхности, поэтому для кристалла ИАГ: Nd^{3+} осуществлялся сьем поврежденного слоя методом ионной обработки [8]. Ионная обработка проводилась ионным источником типа Кауфмана и не приводила к ухудшению микрорельефа полированной поверхности. В процессе обработки на приборе ЛЭФ-2 проводился эллипсометрический контроль элементов, который позволил отобрать для облучения образцы с наиболее подходящими параметрами поверхности.

Оптический волновод идентифицировался на длине волны ОКГ с $\lambda = 0,63$ мкм при помощи призмленного элемента связи с призмами, изготовленными из кристаллов титаната стронция с показателем преломления $n = 2,39$. При вводе лазерного излучения наблюдались волноводные свойства облученной поверхности, и при этом возбуждались TE_0 и TM_0 - волноводные моды. Оценки показывают, что в результате имплантации образуется волноводный слой с толщиной $d \approx 2$ мкм с наведенным изменением показателя преломления волноводного слоя относительно погруженной разупорядоченной области $\Delta n \approx 3\%$.

Потери в волноводе на длине волны $\lambda = 0,63$ мкм составляли ~ 8 дБ/см. После отжига элемента в течение 1 часа при температуре 400°C потери снизились до ~ 5 дБ/см. В работе [4] со-

обшлось о получении имплантацией ионов оптических волноводов в $LiNbO_3$ с потерями ниже 1 дБ/см. Для достижения аналогичных значений в оптических волноводах на основе ИАГ: Na^{3+} требуются дальнейшие исследования.

Таким образом, результаты настоящей работы указывают на возможность применения имплантации ионов в качестве универсального метода для получения элементов ИО в диэлектрических кристаллах лазерной техники.

Авторы выражают благодарность В.Я. Назаровой, В.Ю. Козловой и А.С. Оганезову за помощь при выполнении работы.

Л и т е р а т у р а

- [1] В.П. Редько, Л.М. Штейнгарт. Зарубежная радиоэлектроника, № 1, 81 (1977).
- [2] G.L. Destefanis, P.D. Townsend, J.P. Gailliard. Appl. Phys. Lett., 32(5), 293 (1978).
- [3] G.L. Destefanis, J.P. Gailliard, E.L. Ligeon, S. Valette, B.W. Farmer, P.D. Townsend, A. Perez. J. Appl. Phys., 50 (12), 7897 (1979).
- [4] G.D. King, M.C. Bone, B.L. Weiss, D.W. Weeks. Electr. Lett., 17 (23), 897 (1981).
- [5] Э.А. Арутюнян, Л.С. Лебедев, Р.К. Овсепян. Тез. докл. III Всесоюзной конференции „Оптика лазеров“, стр. 318, Л. (1981).
- [6] В.И. Ковалев, Ф.С. Файзуллоев. Квантовая электроника, 4, 3, 587 (1977).
- [7] Э.А. Арутюнян, Р.К. Овсепян, Г.Т. Петровский, Е.К. Скалецкий. Тез. докл. IV Всесоюзной конференции по эллисометрии, стр. 91, Новосибирск (1981).
- [8] А.Ф. Первеев, В.В. Ильин, А.В. Михайлов. ОМП, № 10, 40 (1972).

Институт
физических исследований
АН Арм.ССР

Поступило в Редакцию
22 февраля 1982 г.
В окончательной редакции
21 января 1983 г.