

УДК 535.21

ПРЯМАЯ ЛАЗЕРНАЯ ЗАПИСЬ КАНАЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ В НАНОПОРИСТОЙ СИЛИКАТНОЙ МАТРИЦЕ

Якимук В.А. (Университет ИТМО), Заколдаев Р.А. (Университет ИТМО), Андреева О.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., н. с. Заколдаев Р.А.
(Университет ИТМО)

Приведены результаты по прямой фемтосекундной лазерной записи канальных волноводов внутри пористой силикатной матрицы. Формирование волноводов происходит с применением лазерного излучения на длине волны 1030 нм и с длительностью импульса 220 фс.

Введение. Лазерная запись микрооптических компонент, отвечающих принципам интегральной оптики, является перспективным и многообещающим направлением для сфер дополненной реальности, сенсорики и микроаналитики [1]. Типичным представителем интегральных оптических компонент является канальный волновод, который формируется на заданной глубине в оптическом материале и позволяет передавать сигналы с потерями на уровне 0.1 дБ. Например, запись волноводов в стеклах мобильного устройства применяется для организации скрытых от глаза пользователя сенсорных устройств [2]; также волноводы используются для улучшения качества пучка и коррекции астигматизма диодных лазеров путем расщепления и сведения лазерного пучка [3].

При объединении волноводных элементов на единой платформе возникает ряд трудностей, такие как оптические потери на вводе, распространении, изгибах, ограничения минимального радиуса изгиба структур. С уменьшением радиуса изгиба оптические потери неуклонно увеличиваются, например, при радиусе 10 мм потери увеличиваются на несколько порядков до 13,9 дБ/см [4]. Но уменьшение радиуса возможно при увеличении контраста показателя преломления волновода. Достичь высококонтрастных структур можно, например, за счет использования нанопористой силикатной матрицы. Поэтому развитие новых технологий создания оптических элементов в оптически-прозрачных диэлектриках и применение новых материалов для записи волноводов с высокой эффективностью являются актуальными направлениями в наши дни.

Основная часть. Запись волноводов в пористой силикатной матрице (ПСМ: пористость 50%, размер пор 17 нм) открыла возможность изготовления по-настоящему объемных сенсоров, записанных на различной глубине ПСМ. Однако для улучшения пропускательной способности волноводов и уменьшения оптических потерь на распространение необходимо формирование симметричного сечения структур.

Для формирования волноводов использовалась фемтосекундная лазерная запись (Antaus-20W-20u/1M, Avesta Ltd) на длине волны 1030 нм, частоте 200 кГц и длительности импульсов 220 фс. В процессе записи мощность изменялась от 17 до 170 мВт. По мере увеличения мощности излучения формировались ассиметричные волноводы с аспектным соотношением до 9. Чтобы предотвратить ассиметричность, в дальнейшем была использована технология записи волноводов с использованием щели, установленной перед фокусирующим излучением объективом. Благодаря данной технологии удалось сформировать структуры с почти симметричным сечением (соотношение 1,07).

Для дальнейших исследований структур на оптические и сенсорные характеристики была собрана экспериментальная установка, включающая в себя лазерный источник (532 нм),

оптическое волокно (Thorlabs, FS-SN-3224) для ввода излучения в волноводы, объектив (40X, 0.65 NA), КМОП камеру (Gentec 3M).

Выводы. В данной работе были представлены результаты фемтосекундной лазерной записи канальных волноводов в нанопористой силикатной матрице, которая позволяет формировать высококонтрастные структуры, что необходимо для уменьшения оптических потерь. Также была показана зависимость геометрических свойств записанных волноводов.

Список литературы.

1. Beresna M., Gecevičius M., Kazansky P. G. Ultrafast laser direct writing and nanostructuring in transparent materials //Advances in Optics and Photonics. – 2014. – Т. 6. – №. 3. – С. 293-339.
2. Lapointe J. et al. Toward the integration of optical sensors in smartphone screens using femtosecond laser writing //Optics letters. – 2015. – Т. 40. – №. 23. – С. 5654-5657.
3. Leon-Saval S. G. et al. Multimode fiber devices with single-mode performance //Optics letters. – 2005. – Т. 30. – №. 19. – С. 2545-2547.
4. Lv J., Wang K., Cheng G. 3D waveguide element fabrication in Gorilla glass by an ultrafast laser //Applied Optics. – 2020. – Т. 59. – №. 27. – С. 8242-8246.

Якимук В.А. (автор)

Подпись

Заколдаев Р.А. (научный руководитель)

Подпись