

УДК 681.7.068.4

## СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОГНУТОГО ПЛАНАРНОГО ОДНОМОДОВОГО ВОЛНОВОДА ДЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ 1550 НМ

Шулепов В.А. (Университет ИТМО), Кулеш А.Ю. (АО «Концерн «ЦНИИ

«Электроприбор»), Аксарин С.М. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Стригалева В.Е.

(Университет ИТМО)

Работа посвящена созданию и исследованию изогнутого планарного одномодового волновода для распространения оптического излучения длиной волны 1550 нм и оптической мощностью более 1 Вт, созданного методом внутреннего парофазного осаждения на внутренней поверхности кварцевой трубки. Проведен теоретический анализ и экспериментальное исследование ввода излучения в изогнутый планарный волновод, анализ распределения поля на торце волновода, измерена степень сохранения состояния поляризации, а также проведена оценка искажений волнового фронта.

**Введение.** В мире существуют высокомо мощные лазеры с оптической мощностью несколько десятков ватт и больше. При передаче такой мощности по одномодовому волокну возникает высокая плотность энергии, которая приводит к нелинейным эффектам и даже к оптическому пробое, поэтому для передачи такой мощности используют волноводы, которые за счет большего размера световедущего слоя уменьшают плотность энергии излучения.

Анализ зарубежного опыта в решении представленной проблемы показал, что существует планарный волновод, созданный японскими учеными, имеющий следующую структуру, волновод для излучения длиной волны 1550 нм имеет толщину 19 мкм, основой которого является кварц, легированный ионами редкоземельных элементов (эрбий и иттербий), первая оболочка имеет толщину 105 мкм и представляет собой фосфатное стекло, а второй оболочкой является кварц.

**Основная часть.** Для излучения высокой мощности с длиной волны 1550 нм создан симметричный планарный одномодовый волновод на внутренней поверхности кварцевой трубки методом внутреннего парофазного осаждения (MCVD), основой которого является кварц, а отражающие слои – кварц, легированный фтором. Толщина волновода составляет порядка 30 мкм.

Для оценки параметров волновода проведен анализ распределения поля на торце волновода, измерена степень сохранения состояния поляризации, а также проведена оценка искажений волнового фронта.

Излучение источника распространялось по оптическому волокну на модуль, содержащий волоконный коллиматор и цилиндрическую линзу, благодаря чему на торец волновода падало коллимированное излучение по одной оси, и сфокусированное по второй, перпендикулярной слоям.

Анализ распределения поля на торце волновода осуществлен двумерным сканированием оптическим волокном по поперечным координатам. На основании распределения поля на торце волновода был сделан вывод, что распространяющееся в волноводе излучение является одномодовым. Для измерения степени сохранения состояния поляризации, линейно поляризованное излучение вводилось в волновод, а на выходе с помощью микрообъектива фокусировалось на окно измерителя коэффициента поляризационной экстинкции и было получено, что при повороте оси поляризации на входе, изменяется коэффициент поляризационной экстинкции на выходе. При вводе излучения с горизонтальной поляризацией на выходе поляризация также горизонтальная с коэффициентом поляризационной экстинкции 31 дБ, а при вводе вертикальной поляризации – на выходе также вертикальная с коэффициентом поляризационной экстинкции 32 дБ. При ориентации входной поляризации под углом 45° на выходе наблюдается коэффициент поляризационной

экстинкции 5 дБ. Таким образом, можно сделать вывод, что полученный волновод сохраняет двулучепреломление и поддерживает две ортогональные поляризованные моды.

Оценка искажений волнового фронта проведена интерференционным методом, для этого линейно поляризованное излучение источника с помощью X-разветвителя делилось на два пучка, один из которых вводился в волновод, а на выходе с помощью цилиндрической линзы коллимировался, а второй пучок – опорный, с помощью волоконного коллиматора фокусировался на бесконечность таким образом, чтобы его траектория пересекалась с траекторией первого пучка на окне ИК-камеры, что позволило нам наблюдать картину интерференции, на основании которой можно сделать вывод, что волновой фронт излучения, проходя через трубу, не искажается.

**Выводы.** В работе показана возможность формирования планарного волновода на внутренней поверхности кварцевой трубки методом MCVD. Исследование оптических свойств полученной структуры показало, что в волноводе поддерживается одномодовый режим распространения излучения, волновод сохраняет двулучепреломление и поддерживает две ортогональные поляризованные моды, а также фаза волнового фронта излучения не искажается, проходя через волновод.