

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА НАПРАВЛЕННОЙ СВЯЗИ В СТЕКЛЕ НА ИОННООБМЕННЫХ ВОЛНОВОДАХ

Полютова Ольга Евгеньевна

магистрант, ФГБОУ Кубанский государственный университет,
РФ, г. Краснодар

Аннотация. В статье описана модель устройства направленной связи, разделяющая сигнал по выходным портам в соотношении 50/50.

Abstract. In this article describes a model of a directional communication device that separates the signal by output ports in a 50/50 ratio.

Ключевые слова: метод ВРМ, интегральная оптика, мода, направленная связь.

Интегральная оптика широко применяется в системах связи. Такие устройства как разветвители, резонаторы, модуляторы, демодуляторы применяются для различных задач. Для изготовления таких волноводных конфигураций используются различные технологии и материалы. В данной статье рассмотрим модель направленной связи на 3дБ, который изготовлен методом ионного обмена калий-натрий в стекле.

Для начала стоит описать суть работы направленного ответвителя. Топология представлена на следующем рисунке

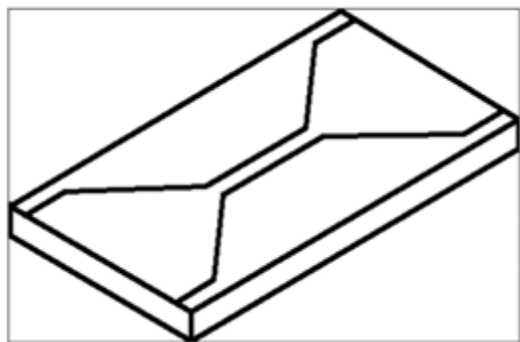


Рисунок 1. Направленный ответвитель

Устройство представляет из себя параллельные оптические каналы, расположенные на таком расстоянии, на котором энергия из одного волновода переходит в соседний. Туннелирование оптической энергии происходит, из-за явления Гуса-Хенкена и перекрытия мод. Часть переданной энергии зависит от расстояния между каналами S , длины взаимодействия L . То есть сигнал можно делить в разном соотношении.

Задача данного исследования – разработать физико-математическую направленного ответвителя на 3 дБ и получить его чертеж для проведения фотолитографии и ионного обмена. Первый этап – выбор материала, в котором будет данная волноводная структура. В результате реакции должен произойти ионный обмен калий-натрий. Для такого подходит натриевосиликатное многокомпонентное стекло (фотопластины). Химический состав таких стекол следующий: 72-73 % SiO_2 ; 1,5-2 % Al_2O_3 ; 0,08-0,1 % Fe_2O_3 ; 7-9 % CaO ; 3-4 % MgO ; 0,5-1 % K_2O и 14-15 % Na_2O . Поскольку в данном материале большое содержание оксида натрия, в нем можно получать высокие скорости диффузии для изготовления калийных волноводов. Стоит также отметить широкий спектр пропускания фотопластины. На следующем рисунке представлен график зависимости коэффициента пропускания от длины волны.

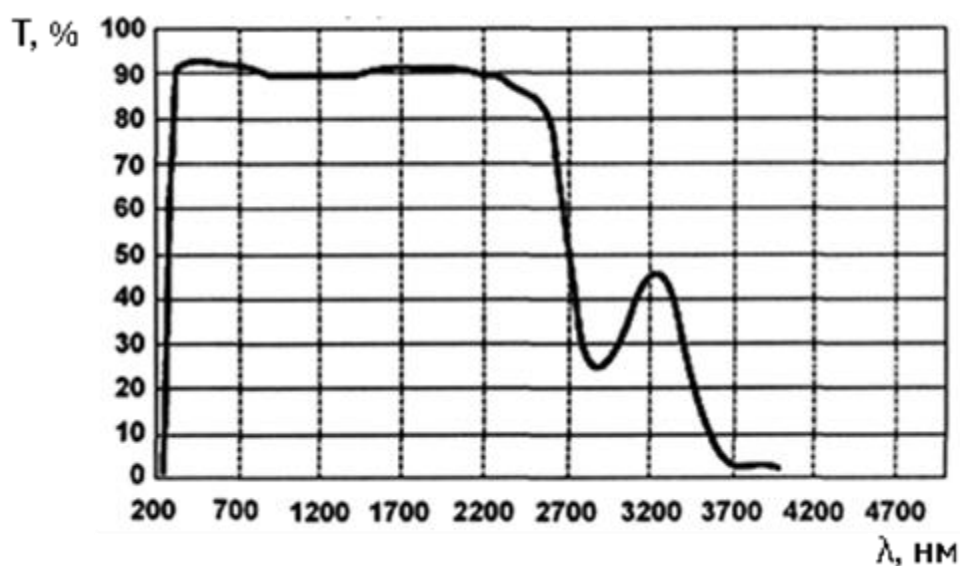


Рисунок 2. График зависимости коэффициента пропускания от длины волны

Как видно, фотопластины имеют высокое пропускание в диапазоне от 200-2200 нм. Телекоммуникационные длины волн в этот диапазон входят.

Показатель преломления стекла 1,5094, при добавлении ионов калия происходит изменение $\Delta n = 0,007$. В процессе диффузии получается волновод с градиентным профилем распределения показателя преломления.

Для моделирования интегрально оптических устройств нужны входные данные такие как: показатели преломления подложки и волновода, тип профиля и формула распределения его показателя преломления (ПП) (если он градиентный), длина волны излучения. Для таких задач подходит специализированная программа OptiBPM, которая реализует метод BPM для расчета распределения оптического поля в волноводе. В данной программе устанавливаются необходимые параметры, после чего моделируется волновод.

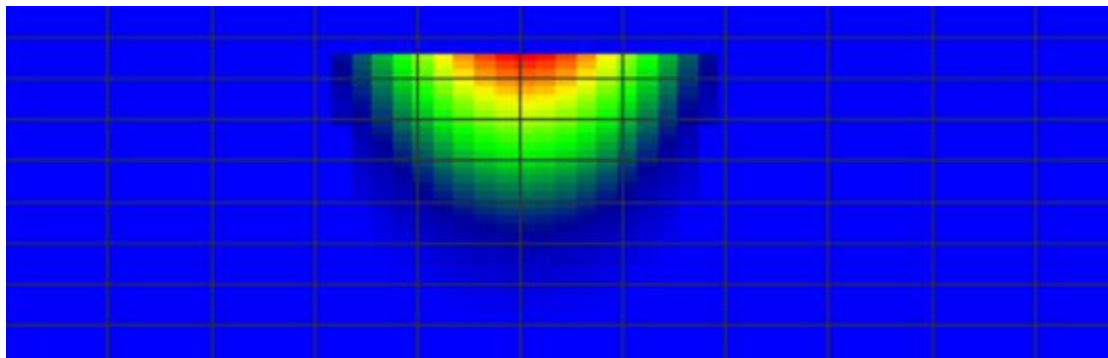


Рисунок 3. Профиль канального волновода с заданными глубиной и шириной

Одномодовый режим на длине волны 850 нм возникает при глубине 4 мкм и ширине 6 мкм. Рассчитанный эффективный показатель преломления при этом равен 1,5102.

Далее создан шаблон посредством задания линий S-изгибов и прямых параллельных каналов.

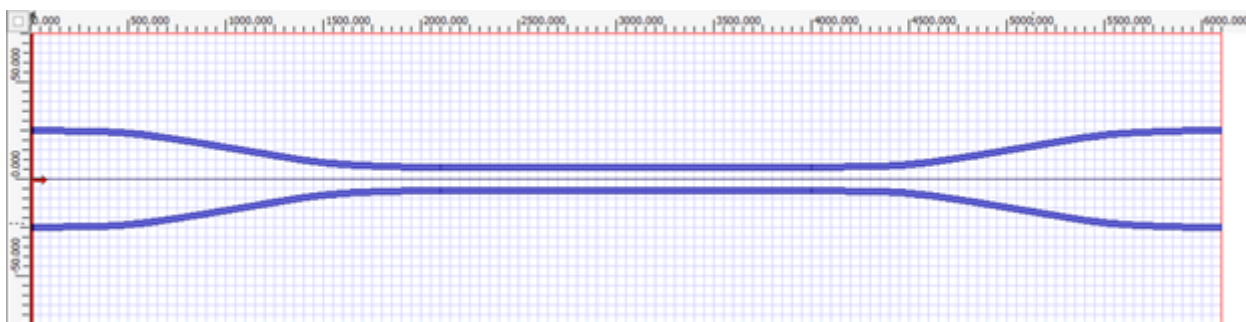


Рисунок 4. Шаблон элемента направленной связи в OptiBPM

В следующей таблице представлены данные параметры полученной структуры.

Таблица 1.

Параметры полученной структуры

Показатель преломления подложки	1,5094
Эффективный показатель преломления волновода	1,5102
Глубина волновода, мкм	4
Ширина волновода, мкм	6
Расстояние между входными каналами, мкм	50
Расстояние между каналами в области направленной связи, мкм	6
Длина связи, мкм	1900
Общая длина устройства, мкм	6100

Для расчета запущено излучение с длиной волны 850 нм для получения графика распределения оптического поля. Устройство производит деление оптической мощности по портам достаточно равномерно.

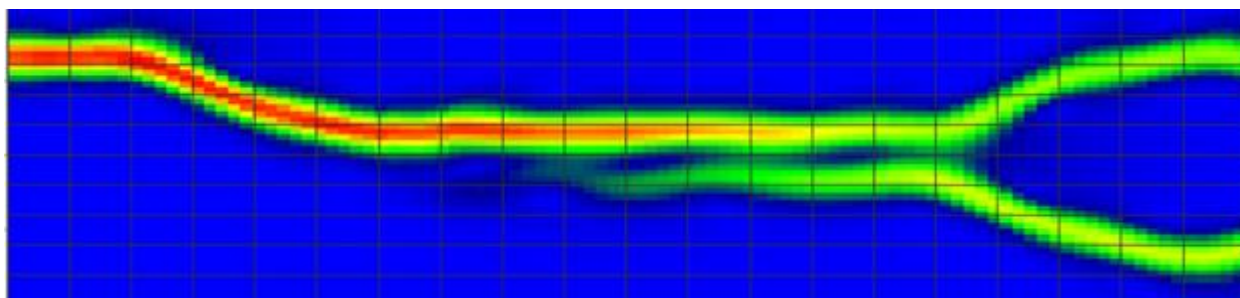


Рисунок 5. Расчет оптического поля в направленном ответвителе на 3дБ

В программе есть возможность экспортировать полученный шаблон в чертеж, который требуется для проведения фотолитографии. Ранее экспериментально установлено, что для одномодового канала ширина линии в маске 3 мкм.

Таким образом полученный шаблон экспортирован в программу AutoCAD.

Рисунок 6. Чертеж из программы AutoCAD

Разработана физико-математическая модель направленной связи на 3дБ, рассчитанная в программе OptiBPM, работающая на длине волны 850 нм. Калийный волновод, изготовленный в фотопластинах имеет градиентный профиль распределения ПП. Для уменьшения потерь использовались S-изгибы. Длина связи 1900 мкм, расстояние между каналами 6 мкм, общая длина 6100 мкм.