

ОДНОЧАСТОТНЫЙ ВБР-ЛАЗЕР ДЛЯ DWDM НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ 1550 нм

В.Акпаров, к.ф.-м.н, В.Дураев, д.т.н., nolatech@mail.ru, С.Медведев,
ООО "НОЛАТЕХ", <http://nolatech.ru>, Москва

Одночастотный лазер с гибридным резонатором на основе волоконной брэгговской решетки – ВБР-лазер – предназначен для работы в линиях связи со спектральным уплотнением каналов. Его параметры по надежности, а также по ширине и стабильности линии излучения намного превосходят параметры лазеров с распределенной обратной связью. Ресурс разработанного лазера составляет 500 000 часов.

Согласно данным, опубликованным в работе [1], лазеры с распределенной обратной связью (РОС), или DFB-лазеры (distributed feedback laser), обладают большим чирпом, чем ВБР-лазеры (излучатель с волоконной брэгговской решеткой). Таким образом, ВБР-лазер более подходит для передачи данных на короткие и средние расстояния с использованием DWDM (технология мультиплексирования с разделением по длине волны – Dense Wavelength Division Multiplexing (англ.)), чем DFB-лазер. При этом ВБР-лазер не требует включения в свою конструкцию дополнительного устройства для стабилизации частоты, и это

делает систему передачи данных с использованием ВБР-лазера проще и дешевле.

Был проведен эксперимент по четырехканальному мультиплексированию длин волн с 25-ГГц интервалом между каналами. Благодаря высокой стабильности длины волны ВБР-лазера относительно изменений температуры и тока накачки обеспечена возможность независимо контролировать длину волны и оптическую мощность. Как следствие, удалось реализовать четырех канальное мультиплексирование длины волны практически с равными мощностями и с интервалом между каналами 25 ГГц с точностью установки длины волны 1 пм. В работе [1] представлены результаты успешной передачи данных с 12,5- и 25-ГГц интервалом между каналами со скоростью 2,5 Гб/с при прямой модуляции, используя стандартное одномодовое волокно (SMF). Было достигнуто расстояние передачи данных в 300 км. По результатам [1] составлена таблица сравнительных характеристик DFB- и ВБР-лазеров при их использовании в ВОЛС с частотным уплотнением каналов.

ЭКСПЕРИМЕНТ

ВБР-лазер (рис.1) – это лазер с внешним резонатором, в котором положительная обратная связь создана волоконно-брэгговской решеткой и задней гранью

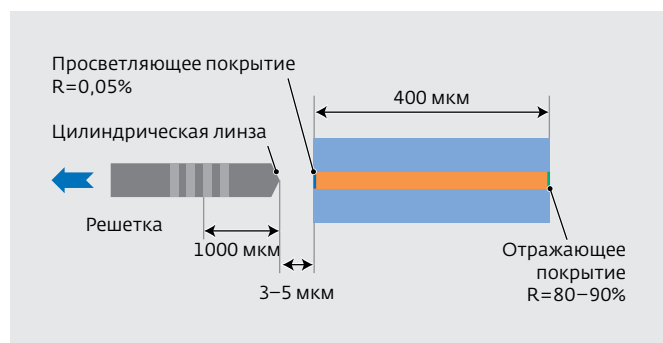


Рис.1. Схема ВБР-лазера

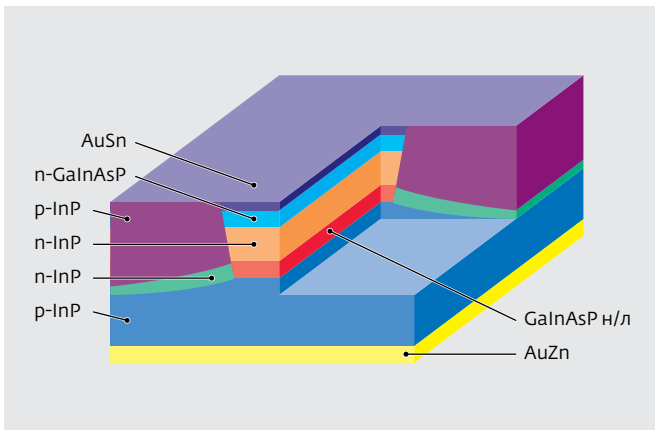


Рис.2. Структура активного элемента

кристалла полупроводникового оптического усилителя (ПОУ). Коэффициент отражения решетки и ширина полосы отражения для ВБР составили 20–30% и 0,15–0,25 нм, соответственно. В ВБР-лазере использовалась InP/InGaAsAl зарощенная гетероструктура ПОУ с пятью квантовыми ямами

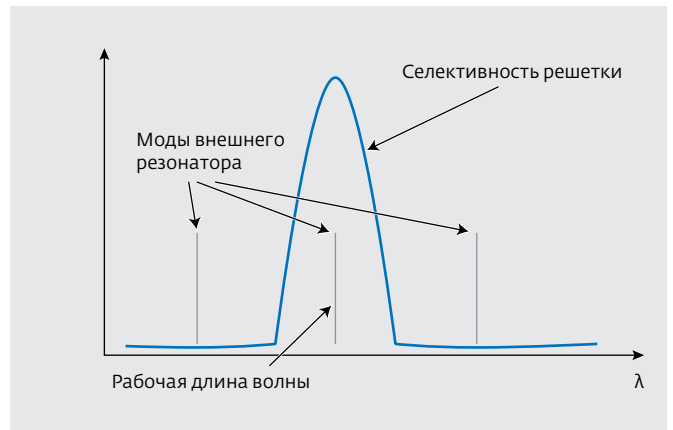


Рис.3. Модовый состав генерации ВБР-лазера

(рис.2). С целью увеличить расстояние между собственными модами резонатора Фабри-Перо была выбрана длина резонатора, она составила 400 мкм. Ширина полосы составила 3 мкм.

Коэффициент отражения задней грани ПОУ был увеличен до 90% путем напыления отражающего

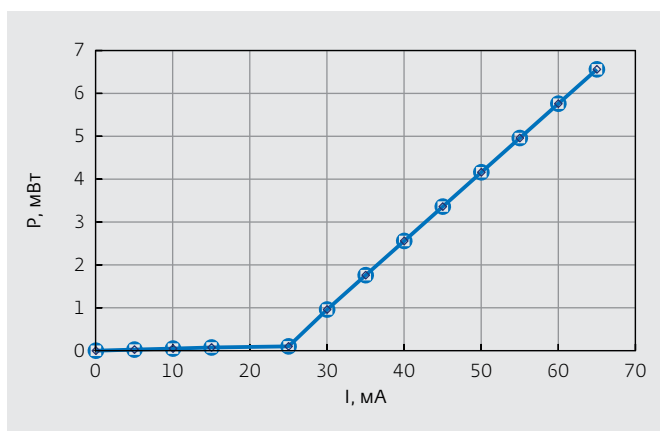


Рис.4. Ватт-амперная характеристика ВБР-лазера

покрытия. Напротив, коэффициент отражения передней грани ПОУ должен быть максимально снижен, чтобы подавить генерацию собственных мод резонатора Фабри-Перо кристалла ПОУ и стабилизировать моды внешнего резонатора. Для этого также необходимо, чтобы волоконно-брэгговская решетка располагалась на минимальном расстоянии от переднего торца активного элемента ПОУ.

Как показано на рис.1, на конце оптического волокна была изготовлена цилиндрическая линза, чтобы улучшить коэффициент вывода оптического излучения. Эффективность стыковки с волокном составляла 60%. На рис.3 показана модовая структура ВБР-лазера. Кристалл ПОУ, термистор для контроля температуры и контрольный фотодиод были установлены на одной металлической пластине. Волокно с ВБР было съюстировано и закреплено на металлической пластине с помощью стеклянного припоя. Вся эта сборка находилась на элементе Пельтье в 14-pin Butterfly корпусе.

Сравнительные характеристики ВБР- и DFB-лазеров для использования в DWDM.

Тип лазера	Цена	Чип	Стабильность	Расстояние передачи данных	Применимость в DWDM
DFB (прямая модуляция)	Низкая	Большой	Нестабильно	Короткое	Практически невозможно
DFB + внешний модулятор	Высокая	Очень малый	Нестабильно	Длинное	Возможно
ВБР	Низкая	Малый	Стабильно	Короткое и среднее	Возможно

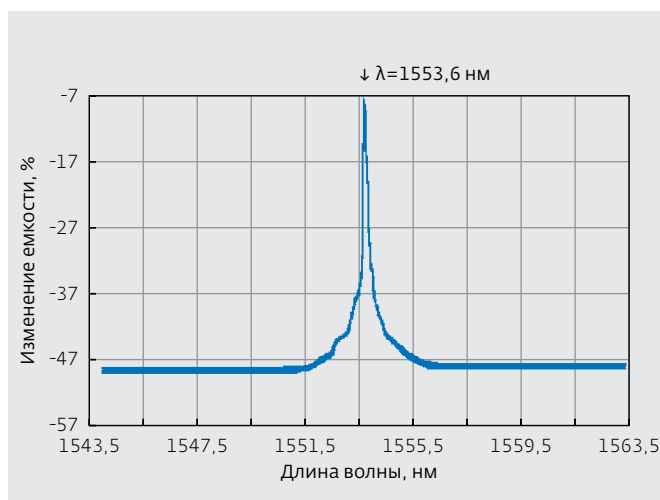


Рис.5. Спектр излучения ВБР-лазера

РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис.4 показана типичная ватт-амперная характеристика ВБР лазера при 25°C. Без кинков (элементы нелинейности в графике ВТАХ) лазер работал при токах ниже 66 мА. Пороговый ток составлял 24 мА, наклон ВТАХ был 0,16 Вт/А и выходная мощность достигала 5,6 мВт при 66 мА. На рис.5 показан спектр излучения ВБР-лазера. Таким образом, достигнутая мощность и стабильность частоты достаточна для использования ВБР-лазера в линиях связи с частотным уплотнением каналов, при этом ВБР-лазер превосходит по стабильности частоты РОС-лазер с прямой токовой модуляцией и является более дешевым, чем РОС-лазер с внешним модулятором. ВБР-лазер можно без проблем использовать в режиме прямой токовой модуляции для линий связи с частотным уплотнением каналов. Ресурс работы представленных ВБР-лазеров составил более 500 000 часов, что подтвердили ускоренные ресурсные испытания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hashimoto J.I. et al. J. Lightwave Technol, 2003, v.21, p. 2002.
2. Дураев В.П. Перестраиваемые одночастотные лазеры с брэгговскими решетками. – Фотоника, 2007, №3, с.24–29.
3. Дураев В.П. Перестраиваемые одночастотные полупроводниковые лазеры. – Фотоника, 2011, №5, с.34–36.