

ДВУХВОЛНОВОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ЛАЗЕР

СО СТУПЕНЧАТОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ В ДИАПАЗОНЕ 20 нм*

Недавно Ши Лонг Пэн (Shilong Pan) и ее коллеги из университета Tsinghua в Бейджине (Китай) продемонстрировали двухволновой лазер, в котором каждая длина волны генерируется в ОМ-режиме в виде продольной моды. При этом пара излучаемых длин волн может ступенчато перестраиваться между 1533 и 1565 нм. Описанию особенностей работы таких лазеров посвящена эта статья.

Стабильные одномодовые (ОМ) двухволновые лазеры используются в таких важных приложениях, как волоконные сенсоры, оптические измерения и системы связи на базе технологии WDM.

Такой лазер может конфигурироваться в виде оптоволоконного (ОВ) кольца с усилением, обеспечиваемым как волоконным эрбиевым оптическим усилителем (ОУ) типа EDFA, так и полупроводниковым (п/п) оптическим усилителем SOA (рис.1). Усиление в ОУ типа EDFA – гомогенно (однородно). Это означает, что созданная инверсия населенностей целиком используется на усиление одной длины волны. Усиление ОУ типа SOA, напротив, – негомогенно (неоднородно расширено) и по своей природе напоминает ресурс общего пользования: любая длина волны имеет доступ, но только к части ресурса созданной инверсии населенности.

Проводить операции с двухволновым сигналом при наличии только ОУ типа EDFA было бы крайне трудно, так как одна длина волны могла бы монополюбно захватить всю инверсию населенности. С другой стороны, один ОУ типа SOA сам по себе не смог бы обеспечить достаточного усиления для обеспечения хорошего отношения сигнал/шум. Следовательно, специалисты вынуждены тщательно балансировать две среды усиления, чтобы получить устойчивое усиление с низким

уровнем шумов. Для балансировки гомогенного и негомогенного усиления требуется определенное искусство.

Совместное использование *волоконных фильтров с резонатором Фабри-Перо (FFPF) и оптических полосовых фильтров (OBPF)* обеспечивает требуемую селективность усиляемых длин волн. Величина *свободного спектрального диапазона (FSR) для фильтров FFPF составляет 40 ГГц, а ширина полосы пропускания полосового фильтра OBPF составляет*

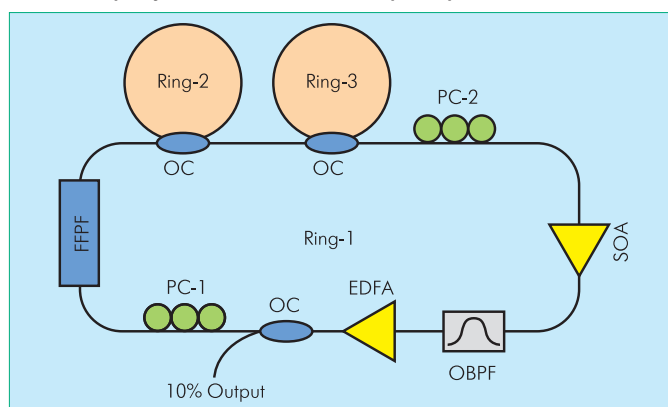


Рис.1 Кольцевой ОВ-резонатор, использующий усиление от ОУ типов EDFA и SOA. При наличии баланса двух сред усиления генерируется две длины волны с низким уровнем шума. OC – устройство связи (оптический разветвитель); FFPF – волоконный фильтр с резонатором Фабри-Перо; PC – контроллер поляризации; SOA – п/п ОУ; OBPF – оптический полосовой фильтр; EDFA – эрбиевый волоконный ОУ

*B. Hitz. Dual-Wavelength Ring Laser Is Step-Tunable Across 20 nm. – Optics Letters, Apr. 15, 2008, p. 764.

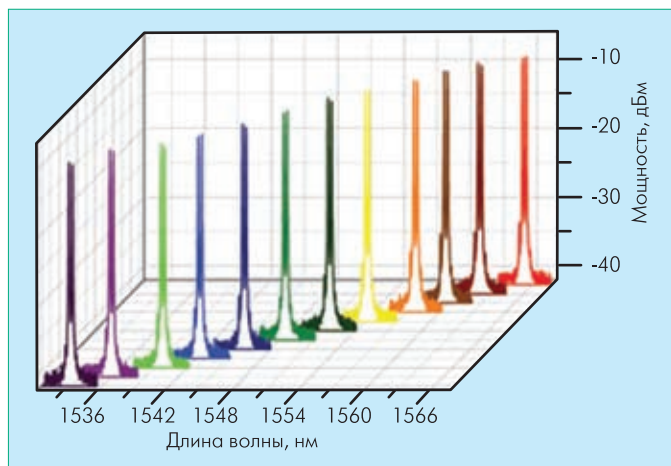


Рис. 2 Перестройка полосы пропускания полосового фильтра заставляет лазер перескакивать с генерации одной пары длин волн на другую пару

100 ГГц (FWHM), что вполне достаточно, чтобы пропустить выделенную с помощью FFPF полосу, содержащую две длины волн. Следовательно, в таком резонаторе можно генерировать две длины волн, разнесенные на 40 ГГц. Путем настройки (сдвига центральной частоты) полосового фильтра ОВРФ специалисты могут выбрать ту пару мод резонатора Фабри-Перо, которая и будет генерироваться. Перестройка при этом будет ступенчатой с шагом 40 ГГц в рамках спектрального диапазона, большего чем 20 нм рис.2.

Выделение мод так, чтобы заставить лазер генерировать каждую длину волны в ОМ-режиме в виде продольной моды, обеспечивается тремя ОВ-кольцами (см. рис.1), для которых величина FSR составляет 3,1 (большое кольцо), 34 (малое кольцо) и 238 МГц (наименьшее кольцо), соответственно. Если отключить оба малых кольца от большого мастер-кольца, то можно заметить биения, возникающие среди многих продольных мод мастер-кольца, где они хорошо наблюдаемы (рис.3а). Уровень шума в мастер-кольце при этом также резко возрастает. Если теперь снова подключить одно из малых колец, то биения (и уровень шума) существенно затухают (рис.3б), а при подключении вновь третьего кольца система полностью успокаивается и шум приходит в норму (рис.3в).

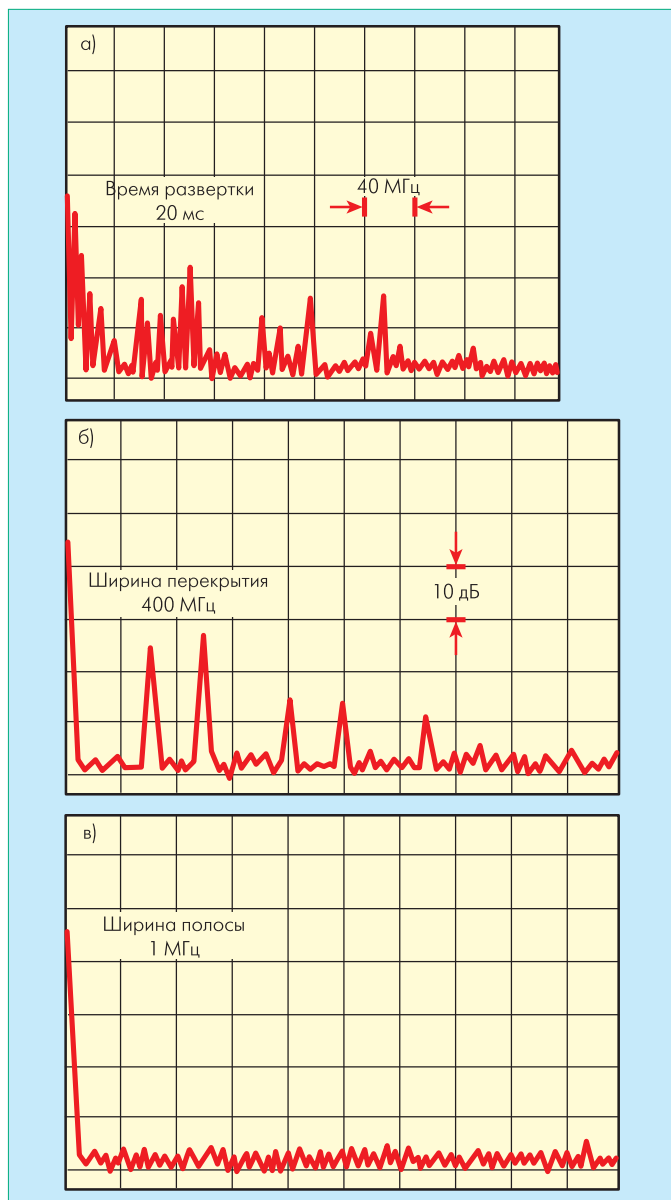


Рис. 3 Иллюстрация возникновения биений и роста шума при отключении малых колец