

Широкополосный источник излучения в области 2 мкм на основе волоконного световода, легированного ионами Ho^{3+}

А.С.Курков, Е.М.Шолохов, В.М.Парамонов, А.Ф.Косолапов

Создан широкополосный источник излучения в области 2 мкм на основе легированного ионами гольмия волоконного световода, для накачки которого использовался иттербиевый волоконный лазер с длиной волны излучения 1.12 мкм. Достигнутая максимальная мощность источника составила 8 мВт при ширине спектра излучения 45 нм.

Ключевые слова: гольмиевый волоконный световод, широкополосное излучение.

Источники излучения с шириной спектра излучения, составляющей несколько десятков нанометров, находят применение в схемах оптических датчиков, в системах низкокогерентной рефлектометрии, спектроскопии и пр. В качестве таких источников обычно используются полупроводниковые излучатели и устройства на основе активных волоконных световодов. По сравнению с полупроводниковыми источниками волоконные устройства обладают рядом достоинств. Это, например, более высокая мощность, отсутствие спектральной модуляции выходного спектра, меньшая степень остаточной поляризации. В то же время спектральный диапазон излучения волоконных источников ограничивается спектром люминесценции активных ионов. Поэтому наибольшее распространение волоконные излучатели находят в спектральной области 1.55 мкм [1] (используется легирование ионами Er^{3+}) и в области 1.06 мкм [2] (легирование ионами Yb^{3+}). Это ограничение не распространяется на источники суперконтинуума на основе микроструктурированных волокон, покрывающие спектральный диапазон в сотни нанометров. Однако данные устройства работают, как правило, в импульсном режиме, что ограничивает область их применений. Кроме того, они являются достаточно сложными и дорогостоящими приборами, так как требуют высоких пиковых мощностей излучения накачки.

Поскольку необходимые спектральные диапазоны излучения широкополосных источников определяются их возможными применениями, разработка таких источников с различными спектральными свойствами является актуальной. В настоящей работе представлены результаты экспериментов по созданию суперлюминесцентного источника для спектральной области 2 мкм на основе волоконного световода, легированного ионами Ho^{3+} , с накачкой от иттербиевого волоконного лазера.

А.С.Курков. Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, Россия, 119991 Москва, ул. Вавилова 38; e-mail: kurkov@fo.gpi.ru
Е.М.Шолохов. Московский инженерно-физический институт (государственный университет), Россия, 115409 Москва, Каширское ш., 31; e-mail: gamlet-sf@rambler.ru
В.М.Парамонов, А.Ф.Косолапов. Научный центр волоконной оптики РАН, Россия, 119333 Москва, Вавилова, 38

Поступила в редакцию 27 марта 2008 г.

Волоконные световоды на основе кварцевого стекла с сердцевинной, легированной ионами Ho^{3+} , имеют широкую линию люминесценции с центром вблизи длины волны 2 мкм, соответствующей переходу $^5\text{I}_7 - ^5\text{I}_8$, и ряд полос поглощения в видимой и ближней ИК области (рис.1). Спектр люминесценции световода измерялся при возбуждении его излучением криптонового лазера на длине волны 676 нм. Ширина линии по полувысоте была около 150 нм. Концентрация активной примеси в световоде составляла $\sim 1.2 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$. Сердцевина световода была легирована GeO_2 и Al_2O_3 (последняя добавка с молярной концентрацией около 1 % использовалась для уменьшения возможной кластеризации активных ионов аналогично случаю эрбиевых оптических волокон [3]). Изготовленный волоконный световод имел разность показателей преломления сердцевинки и оболочки около 0.08 и длину волны отсечки первой высшей моды в области 1.5 мкм.

Среди полос поглощения, которые могут использоваться для возбуждения активной среды, особый интерес представляет полоса, соответствующая переходу $^5\text{I}_8 - ^5\text{I}_6$ с центром вблизи 1.15 мкм. Спектральное положение данной полосы близко к диапазону эффективной генерации иттербиевых волоконных лазеров с накачкой в оболочку [4]. В работах [5, 6] иттербиевый волоконный лазер использовался для накачки лазера на основе световода,

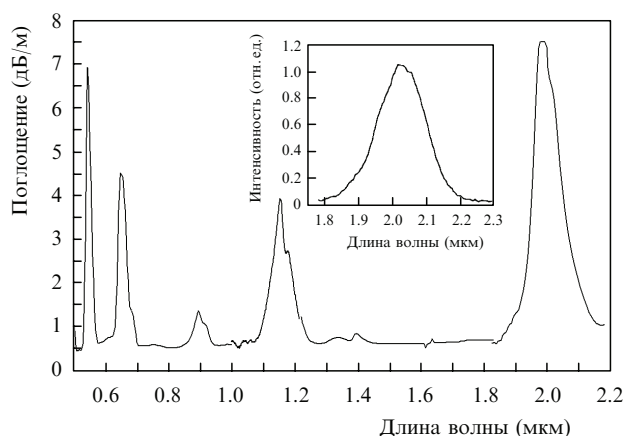


Рис.1. Спектр поглощения световода, легированного ионами Ho^{3+} . На вставке – спектр его люминесценции.

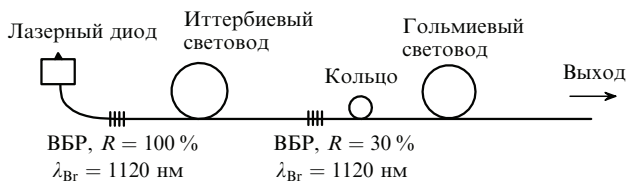


Рис.2. Схема широкополосного источника излучения в области 2 мкм.

легированного ионами Ho^{3+} , и была продемонстрирована эффективная генерация в области 2–2.1 мкм. Поэтому вполне естественно использовать этот подход и для реализации широкополосного источника, схема которого представлена на рис.2.

Итак, в качестве источника накачки использовался иттербиевый волоконный лазер с накачкой в оболочку полупроводниковым лазером с длиной волны излучения около 0.97 мкм и максимальной мощностью 5 Вт. Длина волны генерации иттербиевого лазера определялась волоконными брэгговскими решетками (ВБР), формирующими резонатор, и составила 1120 нм. Данная длина волны не совпадает с максимумом соответствующей полосы поглощения, однако увеличение λ приводит к резкому падению эффективности генерации иттербиевого лазера [7]. В широкополосном источнике используется простая конфигурация с торцевой накачкой как иттербиевого лазера, так и гольмиевого волокна. Для предотвращения лазерного режима работы источника отрезок световода с выходной брэгговской решеткой на 1120 нм был изогнут с малым радиусом. Это приводило к возникновению изгибных потерь в области 2 мкм [8] и устраняло вероятность появления обратной связи из-за отражения от грани полупроводникового лазера и торца волокна.

Широкополосное излучение в области 2 мкм наблюдалось во всем использованном диапазоне мощностей иттербиевого волоконного лазера – от 1 мВт до 2 Вт. Мощность источника линейно возрастала от 1 мВт при накачке с мощностью 1 Вт до 8 мВт при 2 Вт. На рис.3 представлены нормированные спектры излучения для двух уровней выходной мощности. Полуширина спектра излучения при выходной мощности 1 мВт составила 52 нм, а при 8 мВт – 45 нм.

Таким образом, показано, что волоконные световоды, легированные ионами гольмия, могут быть использованы для создания компактного широкополосного из-

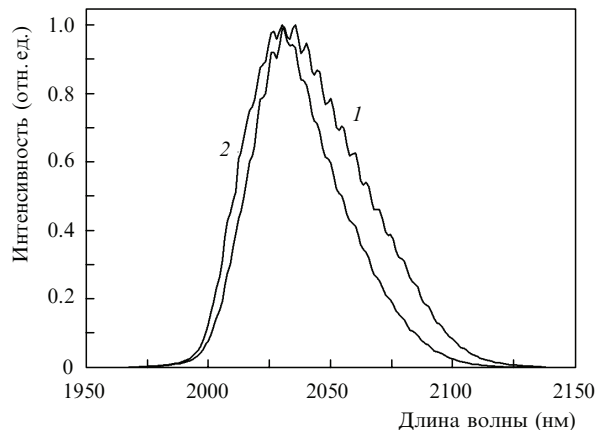


Рис.3. Спектры излучения источника при выходной мощности 1 (1) и 8 мВт (2).

лучателя в области 2 мкм с накачкой от иттербиевого волоконного лазера. Хотя полученная эффективность преобразования излучения накачки невысока (менее 1 %), но благодаря относительно невысокой стоимости полупроводниковых источников накачки и активных оптических волокон такие источники могут представлять практический интерес.

- Hodgson C.W., Vengsarkar A.M. *Techn. Dig. Optical Fiber Communication Conf. OFC'96* (San Jose, USA, 1996, vol. 2, p. 29).
- Грух Д.А., Богатырев В.А., Сысолятин А.А., Парамонов В.М., Курков А.С., Дианов Е.М. *Квантовая электроника*, **34**, 247 (2004).
- Плоцкий А.Ю., Курков А.С., Яшков М.Ю., Бубнов М.М., Лихачев М.Е., Сысолятин А.А., Гурьянов А.Н., Дианов Е.М. *Квантовая электроника*, **35**, 559 (2005).
- Курков А.С., Карпов В.И., Лаптев А.Ю., Медведков О.И., Дианов Е.М., Гурьянов А.Н., Васильев С.А., Парамонов В.М., Протопопов В.Н., Умников А.А., Вечканов Н.И., Артюшенко В.Г., Фрам Ю. *Квантовая электроника*, **27**, 239 (1999).
- Kurkov A.S., Dianov E.M., Medvedkov O.I., Ivanov G.A., Aksenov V.A., Paramonov V.M., Vasiliev S.A., Pershina E.V. *Electron. Lett.*, **36**, 1015 (2000).
- Kurkov A.S., Paramonov V.M., Medvedkov O.I., Pyrkov Yu.N., Dianov E.M., Goncharov S.E., Zalevskii I.D. *Laser Phys. Lett.*, **3**, 151 (2006).
- Kurkov A.S. *Laser Phys. Lett.*, **4**, 93 (2007).
- Белов А.В., Гурьянов А.Н., Гусовский Д.Д., Дианов Е.М., Курков А.С., Неуструев В.Б., Хопин В.Ф., Чиколини А.В. *Квантовая электроника*, **12**, 1076 (1985).