

Изготовление рассеивающей металлической структуры с заданными оптическими характеристиками для волоконного отражательного интерферометра

В.С. Терентьев, В.А. Симонов^{*}, С.А. Бабин

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН

^{*}E-mail: simonovva@iae.sbras.ru

DOI:10.31868/RFL2018.132-133

Волоконный отражательный интерферометр (ВОИ) [1, 2] – это двухзеркальный интерферометр типа Фабри-Перо (ИФП), но работающий в отраженном свете, т.е. создающий узкополосную фильтрацию с характеристиками, близкими к ИФП, не в пропускании, а в отражении, что дает большие преимущества в области селекции длин волн лазеров. Это достигается за счет использования в переднем зеркале ВОИ (на которое падает внешний свет) поглощательных/рассеивающих свет структур. Такое зеркало становится асимметричным по коэффициентам отражения в разные стороны (близкий к нулю во внешнюю сторону и близкий к единице со стороны резонатора). Наиболее технологически доступным является использование в качестве такой структуры тонкой (толщиной примерно 10 нм) металлической пленки. Для этого требуются только методы нанесения металло-диэлектрических структур на торец волокна.

Результаты, полученные в последних работах [3] по использованию ВОИ на основе металлической пленки для одночастотной селекции длины волны волоконных/волноводных лазеров, демонстрируют слабую лучевую стойкость элементов переднего зеркала ВОИ (до 1 мВт в бегущей световой волне). Это обстоятельство значительно затрудняет практическое применение ВОИ и сводит на нет другие преимущества (степень селекции, широкий спектральный диапазон перестройки, высокий контраст). Стандартные методы селекции в отраженном свете (волоконные брэгговские решетки, многорезонаторные схемы на основе эффекта Вернье, кольцевые резонаторы) не имеют такого ограничения на лучевую стойкость.

Ранее было предложено сплошную тонкую металлическую пленку заменить на металло-дифракционную структуру из толстой пленки металла с отверстием [4]. При этом лучевая стойкость такой структуры должна повыситься в десятки раз (в 50 раз для алюминия и до 80 раз для серебра) за счет перевода части вносимых потерь из поглощения в рассеяние. Однако, технологические требования на изготовление отверстия определенного диаметра требуют применения сложных и дорогостоящих методов лазерной или электронно-лучевых литографий.

Данная экспериментальная работа направлена на разработку простой технологии изготовления отверстий диаметром до нескольких микрон в металлической пленке на торце одномодового волокна методом лазерного термического испарения. Метод позволяет прецизионно контролировать оптические свойства коэффициентов отражения, пропускания и поглощения получающейся дифракционной структуры для бегущей световой волны основной моды волокна.

Суть метода достаточно тривиальна. На торец одномодового волокна наносится металлическая пленка любой толщины (до 100 нм). На пленку из волокна направляется бегущая световая волна (до 100 мВт). При превышении критического уровня пленка начинает плавиться и испаряться, начиная с положения максимума интенсивности основной моды. При этом, размеры образующегося отверстия и форма кратера

неважны. Модификация пленки осуществляется до тех пор, пока не достигается определенное соотношение между коэффициентами отражения и пропускания, необходимые для дальнейшего изготовления асимметричного зеркала [4]. В данном методе может использоваться как импульсное, так и непрерывное излучение, в том числе может быть реализован процесс лазерной абляции [5].

В наших экспериментах использовался непрерывный лазер на основе Er^{3+} на длине волны генерации 1570 нм. Пленка никеля наносилась на волокно типа SMF-28e. Толщина пленки – около 9 нм, отражение в волокно – 0,15, поглощение около 0,35. На рисунке (Рис. 1) приводится зависимость коэффициента пропускания от мощности падающей на пленку из волокна. Процесс может контролироваться достаточно прецизионно по коэффициенту пропускания и отражения для достижения необходимого соотношения коэффициентов отражения и пропускания (потерь), для изготовления асимметричного зеркала после нанесения диэлектрического покрытия поверх пленки с отверстием [2].

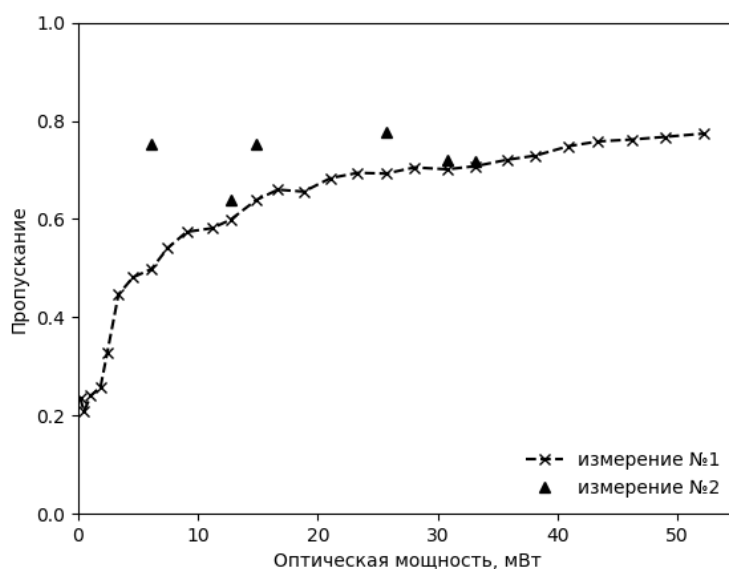


Рис.1 Зависимость коэффициента пропускания никелевой пленки от мощности падающего излучения (1570 нм). Крестики – повышение оптической мощности, треугольники – понижение оптической мощности.

Видно, что при мощности порядка 1 мВт пропускание пленки начинает увеличиваться (крестики). При понижении мощности источника (ромбики) пропускание остается на одном уровне, что говорит о необратимом изменении лучевой стойкости металлической пленки с отверстием.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИАиЭ СО РАН (№0319-2018-0004).

Литература

- [1] В.С.Терентьев. *Автометрия*, **45** (6), с. 89-98 (2009).
- [2] V.S. Terentyev, V.A. Simonov, and S.A. Babin, *Optic Express*, **24** (5), p. 4512-4518 (2016).
- [3] V.S. Terentyev, V.A. Simonov, S.A. Babin. *Laser Physics Letters*, **14** (2), p. 25103 (2017).
- [4] В.С.Терентьев, В.А.Симонов, *Квантовая электроника*, **46** (2), с.142-146 (2016).
- [5] А.В. Достовалов, В.С. Терентьев, В.П. Бессмельцев. *Прикладная фотоника*, **4** (1), с. 22-37 (2017).