

Использование кольцевых микрорезонаторов для создания высокочувствительных биосенсоров

К.В. Воронин^{1,2}, Ю.В. Стебунов^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Лаборатория нанооптики и плазмоники

В последние годы предложены различные конструкции безмаркерных биосенсоров на основе диэлектрических и плазмонных волноводов и оптических микрорезонаторов. Данные устройства имеют высокую чувствительность, позволяющую им обнаруживать малые концентрации различных молекулярных объектов, а также изучать кинетику химических реакций с их участием. Помимо этого биосенсоры на основе оптических волноведущих структур отличаются достаточно малыми размерами, а также возможность их интеграции в различные электронные устройства. Принцип детектирования биологических объектов основан на их адсорбции на поверхности оптических структур, приводящей к изменению оптических свойств среды и выходного оптического сигнала.

В данной работе рассмотрены основные принципы работы биосенсоров на основе оптических волноводов, микрорезонаторов и интерференционных схем: приведены оценки чувствительности и точности измерения относительного показателя преломления. Произведено сравнение использования различных видов плазмонных и диэлектрических волноводов [1]. Более подробно рассмотрено использование кольцевых резонаторов: способы возбуждения в них электромагнитных волн, получение выходного сигнала. Для выбранной схемы (рис. 1) приведены аналитические расчеты с помощью приближенных теорий [2], а также результаты моделирования с помощью программного пакета COMSOL Multiphysics: рассчитаны моды, построены резонансные кривые, зависимость интенсивности выходящей волны от её длины λ (рис. 2), оценено влияние затухания.

Согласно выполненным расчетам точность определения изменения показателя преломления составляет порядка 10^{-6} , при размерах системы менее 1 миллиметра. Основной вклад в погрешность вносит нестабильность и относительная погрешность определения длины волны возбуждающего лазерного излучения. Вклад в погрешность также могут вносить температурные флуктуации показателя преломления.

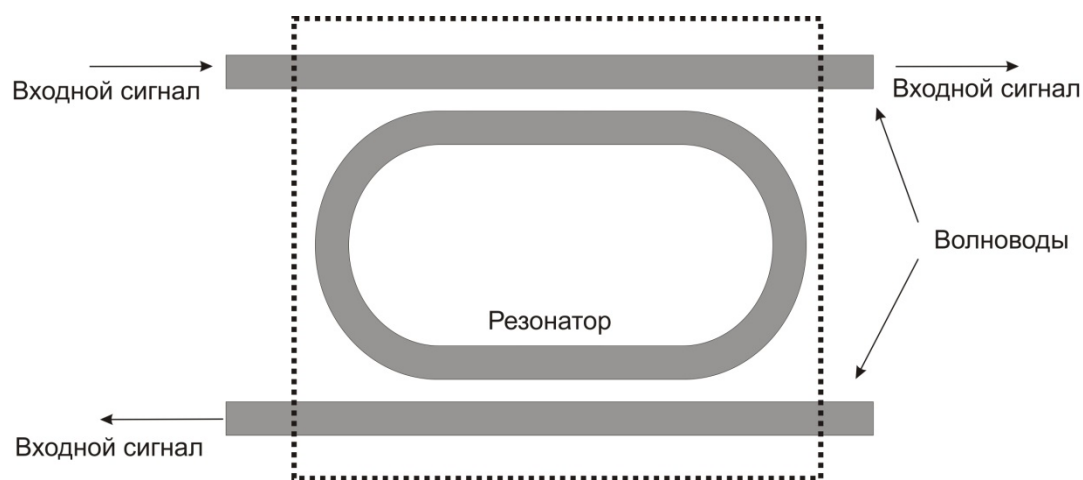


Рис. 1. Оптическая схема. Стрелками показаны входящая и выходящие ЭМ волны, пунктиром обозначена адсорбирующая поверхность

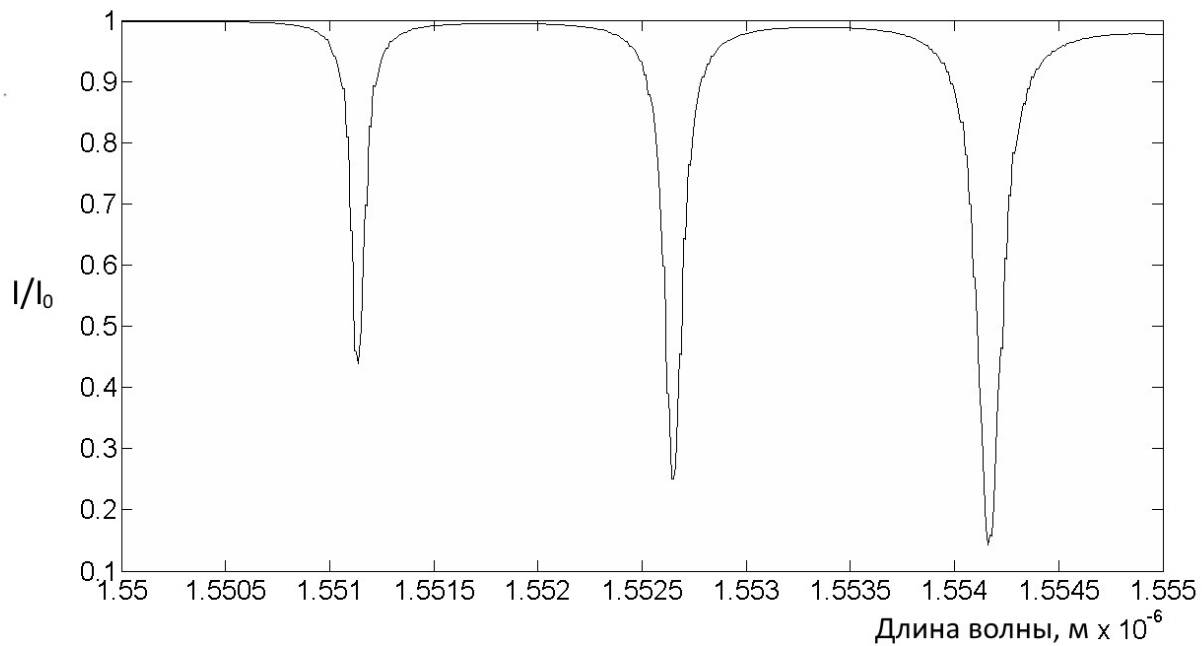


Рис. 2. График зависимости отношения интенсивностей выходящего излучения к входящему от его длины волны (мкм).

Литература

1. *Maier S. A.* Plasmonics: Fundamentals and Applications. Springer US: 2010. 224 с.
2. *Saleh B. E. A., Teich M. C.* Fundamentals of Photonics, 2nd Edition. Апрель 2007. 1200 с.