

Неразрушающий метод определения волноведущих свойств интегрально-оптических кремниевых микроволноводов

К.Н. Чекмезов, А.А. Ершов, А.А. Никитин, А.А. Семёнов, А.Б. Устинов

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: В докладе представлен неразрушающий метод определения волноведущих параметров фотонных интегральных схем по передаточным характеристикам тестового микрокольцевого резонатора. С использованием данного метода определены частотные зависимости декремента затухания, коэффициента связи, а также дисперсионные свойства кремниевых микроволноводов.

Ключевые слова: фотонные интегральные схемы, оптические микроволноводы, неразрушающие методы

На сегодняшний день наблюдается активное развитие интегральных технологий, открывающих возможности для создания фотонных и электронно-фотонных интегральных схем. Для отработки технологии изготовления, а также в процессе изготовления необходимо использовать неразрушающие методы контроля, которые позволяют определять основные волноведущие параметры: коэффициенты затухания и связи, групповой показатель преломления, коэффициент дисперсии. Для определения этих свойств могут быть использованы различные интерференционные методы, в основе которых лежит использование тестовых элементов, таких как микрокольцевой резонатор (МКР), интерферометры Фабри-Перо или Маха-Цендера [1-7]. Недостатками существующих методов неразрушающего контроля являются необходимость измерения характеристик нескольких тестовых элементов [7] или необходимость определения ширины резонансной кривой [4].

В настоящем докладе представлен метод высокоточного неразрушающего контроля, в котором тестовым элементом является МКР, симметрично связанный с двумя подводщими волноводами. В предложенном методе перечисленные волноведущие параметры определяются из экспериментальных значений минимумов и максимумов передаточных характеристик одного МКР. В докладе будут представлены характеристики волноведущих параметров кремниевых волноводов для МКР диаметрами $d = 20$ мкм, $d = 100$ мкм и $d = 256$ мкм в частотном диапазоне от 184 ТГц до 197 ТГц. Полученные зависимости использованы для моделирования передаточных характеристик МКР. Результаты сопоставления теоретических и экспериментальных передаточных характеристик подтверждают применимость данного метода для определения основных волноведущих параметров фотонных интегральных схем.

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, грант № FSEE-2020-0005.

Список литературы

1. Feuchter T., Thirstrup C. High precision planar waveguide propagation loss measurement technique using a Fabry-Perot cavity // IEEE photonics technology letters. – 1994. – V. 6. – N. 10. – P. 1244-1247.

2. Gottesman Y., Rao E. V. K., Rabus D. G. New methodology to evaluate the performance of ring resonators using optical low-coherence reflectometry // *Journal of lightwave technology*. – 2004. – V. 22. – N. 6. – P. 1566-1572.
3. Xia F., Sekaric L., Vlasov Y. A. Mode conversion losses in silicon-on-insulator photonic wire based racetrack resonators // *Optics express*. – 2006. – V. 14. – N. 9. – P. 3872-3886.
4. McKinnon W. R. et al. Extracting coupling and loss coefficients from a ring resonator // *Optics express*. – 2009. – V. 17. – N. 21. – P. 18971-18982.
5. Oton C. J. et al. Silicon photonic waveguide metrology using Mach-Zehnder interferometers // *Optics express*. – 2016. – V. 24. – N. 6. – P. 6265-6270.
6. Рябцев И. А. и др. Исследование оптических свойств микрокольцевых резонаторов, изготовленных по технологии кремний на изоляторе, методом оптической рефлектометрии обратного рассеяния // *Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника*. – 2022. – Т. 25. – №. 6. – С. 79-89.
7. Ershov A. A. et al. Extraction of the optical properties of waveguides through the characterization of silicon-on-insulator integrated circuits // *Microwave and Optical Technology Letters*. – 2023. – V. 65. – N. 8. – P. 2451-2455.