

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТА СОГЛАСОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА И ФОТОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ

Кривошеина Д.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Вознесенская А.О.
(Университет ИТМО)

Введение. Основной причиной потерь в соединениях фотонных интегральных схем (ФИС) и оптического волокна является несоответствие диаметров модовых полей согласуемых элементов. Для решения данной проблемы уже существует ряд решений, которые по способу ввода излучения в волновод ФИС можно разделить на вертикальные – с использованием дифракционных элементов и торцевые. При торцевом вводе излучения обеспечиваются широкая полоса пропускания и низкие потери на распространение около 1–3 дБ [1]. Однако к недостаткам такого способа стоит отнести чувствительность к позиционированию оптического волокна и ФИС. Одним из самых распространенных элементов торцевого соединения является обратный конус, диаметр которого уменьшается от диаметра сердцевинки одномодового волокна на входе до диаметра волновода ФИС на выходе. Целью данной работы было моделирование системы согласования одномодового волокна и ФИС при помощи обратного конуса и исследование влияния параметров элемента согласования на эффективность соединения.

Основная часть. Для поставленной задачи было использовано программное обеспечение COMSOL Multiphysics, которое позволяет моделировать и анализировать физические явления методом конечных переменных. С помощью данного ПО была задана система согласования на основе обратного конуса, который был параметризован через входной и выходной диаметры W_1 и W_2 , длину L и разность показателей преломления сердцевинки и оболочки Δn . При изменении параметров нужно было учитывать, что входной диаметр конуса связан с выбранным оптическим волокном. А выходной с волноводом фотонной интегральной схемы, длина не должна была превышать 10 мм, а разность показателей преломления сердцевинки и оболочки составляла примерно 1-3%. Эффективность системы оценивалась с помощью таких параметров как пропускание (в отн. ед.) и коэффициент эффективности (в дБ) (англ. coupling efficiency), зависящий только от диаметров модовых полей согласуемых элементов [2]. В результате моделирования была задана оптическая система на длине волны 1550 нм, состоящая из одномодового волокна с диаметром сердцевинки 8,2-10 мкм, диаметром волновода ФИС 0,5 -2 мкм и длиной конуса от 15 до 1550 мкм.

Выводы. По итогам проведённой работы была получена модель согласования оптоволокна и ФИС на основе обратного конуса с переменными параметрами и проведена оценка эффективности соединения в каждом случае (для всех комбинаций варьируемых параметров): при наименее благоприятных сочетаниях параметров пропускание составляет 0,57 отн.ед., а при наиболее благоприятном – 0,99 отн.ед.; согласно рассчитанным коэффициентами эффективности потери в худшем случае составляют 3 дБ, а в лучшем примерно 1 дБ. Кроме того, стоит отметить, что система имеет потенциал для дальнейшей оптимизации и проверки влияния на эффективность соединения таких параметров, как линейность профиля волновода или угол наклона образующей конуса [3].

Список использованных источников:

1. Fang N. et al. Three-dimensional tapered spot-size converter based on (111) silicon-on-

insulator //IEEE Photonics Technology Letters. – 2009. – T. 21. – №. 12. – C. 820-822.

2. Marchetti R. et al. Coupling strategies for silicon photonics integrated chips //Photonics Research. – 2019. – T. 7. – №. 2. – C. 201-239.

3. Vanmol K. et al. Mode-field matching down-tapers on single-mode optical fibers for edge coupling towards generic photonic integrated circuit platforms //Journal of Lightwave Technology. – 2020. – T. 38. – №. 17. – C. 4834-4842.