Влияние физических свойств р-п перехода на СВЧ характеристики электрооптического модулятора на кремнии

Царев А. В.^{1,2}, Тазиев Р. М.¹

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

DOI 10.34077/Semicond2019-465

В настоящей работе представлены результаты численного моделирования электрооптического модулятора Маха-Цендера с применением делителей пучка на основе многомодовой интерференции (ММИ) в структуре кремний на изоляторе (КНИ). Управление обеспечивается за счет эффекта обеднения в вертикальном р-п переходе, который может быть изготовлен с помощью технологической процедуры самовывравнивания. Показано, что благодаря применению специального профиля легирования (см. Рис.1) донорными примесями для формирования р-п перехода удастся существенным образом оптимизировать свойства электрооптического модулятора на КНИ под заданную полосу рабочих частот и величину управляющего напряжения. В частности, предложена оптимальная конструкция модулятора бегущей волны, согласованного с внешней 50-омной нагрузкой, для которого при величине обратного смещения в -5 вольт и активной длине 1.7 мм возможна оптическая рабочая полоса частот около 50 ГГц. При этом модулятор на вертикальном р-п переходе будет иметь общую длину 7 мм и внутренние потери около 4 дБ, которые складываются из потерь на двух ММИ 1x2 и 2x2 (~0.3 дБ), потерь в активной части модулятора (~1.2 дБ) и потерь на распространение на несовершенствах границ волновода (~2.1 дБ/см = 0.7·3 дБ/см).

Также предложен особый профиль легирования р-п перехода модулятора, обеспечивающий оптическую полосу частот 30 ГГц при величине обратного смещения в -3 вольта и длине модулятора 2.5 мм. Модулятор сконструирован на гребенчатом оптическом волноводе шириной 600 мкм, высотой гребня 200 нм и высотой планрного основания 200 нм, которое оптимально для изготовления решеточных элементов связи, а фундаментальная мода данного гребенчатого волновода с пренебрежимо малыми потерями может быть трансформирована [1] с помощью инвертированного клина в широкий пучок планарного основания для последующего перехода с помощью дифракционной решетки в одномодовое оптическое волокно. Такие модуляторы могут найти применение в устройствах интегральной оптики, оптической связи и радиофотоники.

Авторы благодарят компанию Synopsys, Inc. за предоставление лицензионного программного обеспечения от Rsoft для компьютерного моделирования наших структур. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки России, уникальный

Рис.1. – Поперечный электрооптического модулятора на основе вертикального р-п перехода.

идентификатор работ (проекта) RFMEFI58117X0026, в части приобретения программного обеспечения, а также разработки и оптимизации оптической схемы модулятора на основе ММИ. Работа также выполнена при частичной поддержке гранта РНФ 19-19-00169 в части расчета электрофизических параметров модулятора на основе р-п перехода.

[1] Andrei V. Tsarev, Rinat M. Taziev, in Proc. 14th International Scientific-Technical Conference (APEIE), Novosibirsk, October 2-6, 2018, V. 1, Part.2, pp. 306-309.