

Необходимо отметить, что современные методы синтеза электрооптических устройств сводятся, как правило, к использованию простых (одномерных) конфигураций управляющего электростатического поля и ориентаций оптических осей используемых материалов. Это обстоятельство значительно снижает трудоемкость проектирования, однако приводит к созданию устройств, имеющих ограниченную функциональность и относительно высокие полуволновые напряжения.

Таким образом, интересной и актуальной задачей является моделирование и использование трехмерных управляющих электрических полей для произвольно ориентированного электрооптического кристалла и создание на этой основе новых, более эффективных электрооптических элементов.

Целью настоящей работы является теоретическое моделирование электрооптического эффекта, в частности, полей анизотропии показателя преломления в трехмерном электростатическом поле при произвольных ориентации оптических осей кристалла и направлении распространения световой волны.

Для решения поставленной задачи были рассмотрены системы уравнений, описывающих направление распространения волнового фронта, ориентацию оптических осей и электрооптические свойства кристалла, локальные значения напряженности управляющего электростатического поля.

Математическое моделирование электрооптического эффекта осуществлялось методом конечных элементов и сводилось к численному решению системы дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Достоверность моделирования была подтверждена сравнением результатов с известными решениями частных задач электрооптики.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках программы «Развитие научного потенциала высшей школы 2009-2010», проект № 10в-Б001-053.

ЧАСТОТНО-РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.И.Соловьев, А.А. Плаксин

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Принцип действия преобразователя основан на чувствительности линейных размеров и показателей преломления оптического волокна к

деформирующим воздействиям, возникающим вследствие изменения параметров электромагнитного поля при перемещении в нем сердечника с катушкой из оптического волокна. На рис. 1 приведена структурная схема преобразователя. Структурная схема сенсора показана на рис. 2.

Специальное волокно с металлизированным покрытием (МОВ) имеет до 40 слоев навивки на сердечник, что позволяет существенно повысить чувствительность оптических параметров к перемещению. Работа преобразователя заключается в измерении частоты прохождения импульсов в замкнутом контуре «источник излучения - волокно (сенсор) – приемник излучения - регенератор импульсов возбуждения» с использованием контроллера в качестве измерителя частоты.

Сердечник погружается во внешний трансформатор на переменную глубину l_f . На сердечник намотано n слоев МОВ. Коэффициент самоиндукции L зависит от глубины погружения сердечника. При вычислении индуктивности рассматривается как последовательное объединение заполненной воздухом индуктивности длины l_0 с коэффициентом самоиндукции L_0 и индуктивности сердечника длиной l_f с коэффициентом самоиндукции L_f .

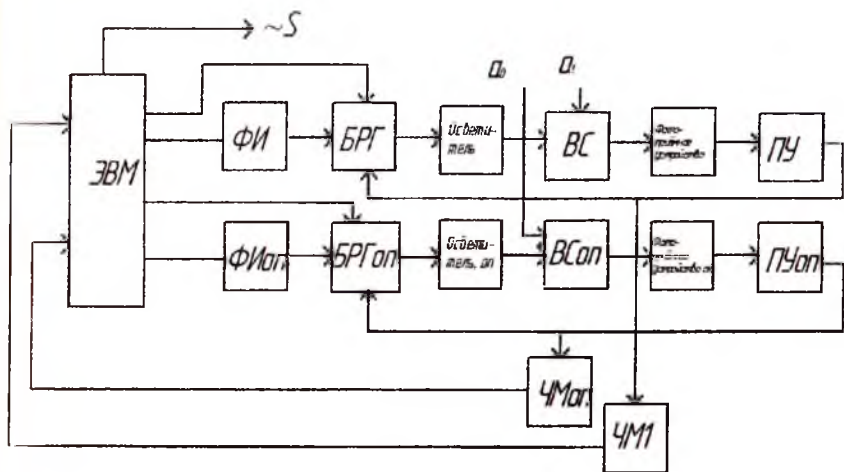


Рис. 1. Структурная схема двухканальной цифровой волоконно-оптической системы измерения перемещения: ФИ, ФИоп – формирователь импульсов измерительного и опорного каналов; БРГ, БРГоп – блок регенерации импульсов; ВС, ВСоп – волоконно-оптический сенсор; ПУ, ПУоп – пороговое устройство; ЧМ, ЧМоп – частотомер

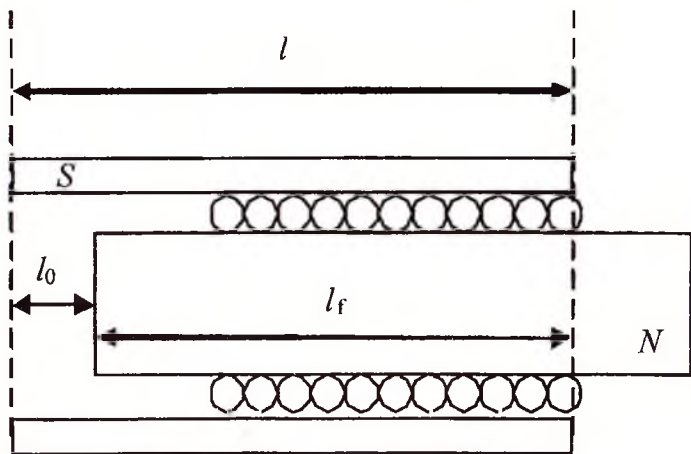


Рис. 2. Схема ВОО на основе подвижного сердечника

Для такой схемы

$$L = L_0 + L_f + 2M; \quad (1)$$

$$M = k \cdot \sqrt{L_c \cdot L_f} \quad (2)$$

где k – коэффициент связи, предполагаемый постоянным ($0 \leq k \leq 1$); L – коэффициент самоиндукции.

В зависимости от параметров можно принять:

$$L_0 = \mu_0 \cdot (N^2/l^2) \cdot s_0 \cdot l_0 = \mu_0 \cdot (N^2/i^2) \cdot s_0 \cdot (l - l_f); \quad (3)$$

$$L_f = \mu_0 \cdot (N^2/l^2) \cdot \{s_0 + (\mu_f - 1)s_f\} \cdot l_f, \quad (4)$$

где l_f – длина сердечника, l_0 – величина перемещения, s_0 , s_f – площади поперечных сечений магнита и сердечника соответственно.

Откуда выражение для L имеет вид

$$L = \mu_0 \cdot (N^2/l^2) \cdot [s_0 l + (\mu_f - 1)s_f l_f + 2k \cdot \sqrt{s_0 \cdot \{s_0 + (\mu_f - 1)s_f\} \times \sqrt{(l - l_f)l_f}}]. \quad (5)$$

Перемещение Δl_f сердечника вызывает изменение ΔL индуктивности, которое зависит от l_f и является нелинейной функцией Δl_f .

Преобразуя выражение (5), получим зависимость влияния перемещения на электромагнитное поле:

$$\mu_0 L / B^2 = [s_0 l + (\mu_f - 1) s_f l_f + 2k \cdot \sqrt{s_0 \cdot [s_0 + (\mu_f - 1) s_f]} \cdot \sqrt{l_0 l_f}]^x \quad (6)$$

$$\times \sqrt{\left[[s_0 l + (\mu_f - 1) s_f l_f + 2k \cdot \sqrt{s_0 \cdot [s_0 + (\mu_f - 1) s_f]} \cdot \sqrt{l_0 (l - l_0)}] \right]^{-1}} = F(\Delta l). \quad (7)$$

Таким образом, зная зависимость коэффициента преломления кварца при изменении электромагнитного поля получим зависимость коэффициента преломления от линейного перемещения катушки с металлизированным ОВ

$$n(\Delta l) = dn_{\Delta l} \cdot F(\Delta l) + n_0, \quad (8)$$

где $n(\Delta l)$ – коэффициент преломления сердцевины в среде при перемещении, $dn_{\Delta l}$ – изменение коэффициента преломления при изменении параметров поля, n_0 – коэффициент преломления сердцевины при атмосферном давлении.

Задержка при прохождении импульса через ОВ в зависимости от перемещения примет вид выражения

$$\tau(\Delta l) = \frac{L_{\text{изм}} \cdot n(\Delta l)}{c}. \quad (9)$$

Частота рециркуляции в контуре определяется задержкой в измерительной части световода и суммой задержек в транспортной части световода и на инерционных элементах схемы (в основном свето- и фотодиодах):

$$f(\Delta l) = \frac{1}{\tau(\Delta l) + \tau_{\text{дон}}}. \quad (10)$$

Дополнительные задержки определяются следующей суммой:

$$\tau_{\text{дон}} = \sum_{i=1}^n \tau_{\text{инерц},i} + \frac{L_{\text{мп}} \cdot n_0}{c}. \quad (11)$$

С учетом (9-11) формула зависимости итоговой частоты рециркуляции импульса в системе от перемещения имеет вид

$$f(\Delta l) = \frac{c}{L_{\text{изм}} \cdot n(\Delta l) + \tau_{\text{дон}} \cdot c}. \quad (12)$$

Для исключения влияния помех вводится дополнительный опорный канал измерения, абсолютно идентичный по конструкции и принципу действия сенсор.

Формула (12) достаточно точно описывает нелинейную зависимость между частотой рециркуляции импульса в системе и перемещением (рис. 3). Ввиду несовпадения измерительного и опорного каналов в процессе калибровки составляется таблица значений и данные заносятся во внешнее ПЗУ в виде числового массива.

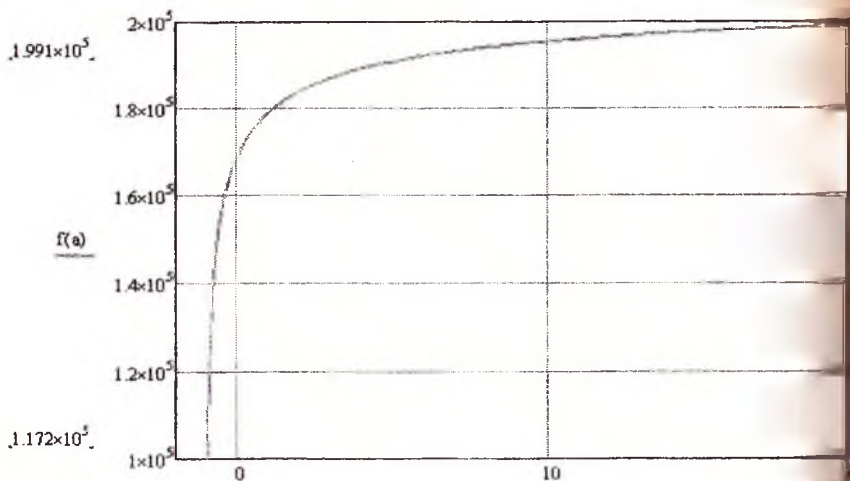


Рис. 3. Зависимость частоты рециркуляции от линейного перемещения сердечника с ОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА НЕУСТОЙЧИВОСТИ В БИПОЛЯРНЫХ СТРУКТУРАХ

Н.Г. Чернобровин

Самарский государственный аэрокосмический университет, г.Самара

Процессы деградации параметров транзисторов при воздействии тепловых и электрических нагрузок определяются, прежде всего, кинетикой физико-химического взаимодействия микроструктур, сформированных на поверхности кристалла биполярного транзистора при его изготовлении. Наличие дефектов и примесей в области поверхности $p-n$ переходов транзистора может способствовать развитию механизмов отказа, связанных с поверхностным пробоем, образованием инверсной проводимости, ростом токов утечки.

Известно, что свойства поверхности реальных полупроводниковых приборов определяются в значительной мере технологической культурой производства, реальные последствия которой проявляются путем возникновения различного типа нарушений поверхности (молекулярные загрязнения, примесные атомы, структурные дефекты и т.д.). Слабая контролируемость свойств поверхности в процессе производства исключает возможность точного прогнозирования закона их изменения, а следовательно, и параметров приборов во времени. Это практически полностью исключает возможность управлением их качеством. Отсутствие