



Алгоритм реализован в программе DELPHY. В интерфейсе программы, показана целевая функция, имеются окна для ввода пользователем информации о количестве мод, вероятности скрещивания и мутации, количества итераций. После выполнения алгоритма выводится информация о максимальном значении целевой функции и скорости сходимости. Подробный отчет о работе генетического алгоритма сохраняется в текстовом документе.

Проведено исследование эффективности реализованного алгоритма - зависимости скорости сходимости алгоритма и показателя качества решения от вероятности мутации и скрещивания. Из полученных результатов были сделаны выводы:

1. С увеличением вероятности скрещивания увеличивается показатель качества решения.
2. Скорость сходимости не зависит от вероятности скрещивания.
3. Показатель качества решения прямо пропорционально связан с вероятностью мутации.

Литература

1. Исаев С.А. Генетические алгоритмы // Новости искусственного интеллекта - 1995, №4, с. 6-46.
2. Хансперджер Р. Интегральная оптика: Теория и технология.// Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.-384 с

А.И. Замалютдинов, Л.Р. Габдрахманова

ЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ДВУОКИСИ КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

(Институт технической кибернетики и информатики
Казанский национально исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ)

Большой интерес к наноструктурированным веществам связан с тем, что их физические свойства значительно отличаются от своих кристаллических аналогов. Наиболее перспективными и изученными являются ультрадисперсные матрицы кремнезема, применяемые в оптических фотонных кристаллах. Синтез надмолекулярных структур кремнезема происходит в два этапа: формирование золя и гелеобразование. Для установления закономерностей образования микросфер кремнезема и их пространственной упаковки при гелеобразовании были проведены микроскопические исследования морфологии поверхности пленок измерены спектры пропускания в видимом диапазоне на КФК-3 и эллипсометрические исследования [1]. Эллипсометрия – совокупность методов изучения поверхностей жидких и твердых тел по состоянию поляризации светового луча, отраженного этой поверхностью и преломленного на ней. Падающий на поверхность плоско поляризованный свет приобретает при отражении и



преломлении эллиптическую поляризацию вследствие наличия тонкого переходного слоя на границе раздела сред.

Основная область применения эллипсометрии — определение оптических постоянных тонких пленок, а также их толщин в диапазоне, существенно меньшем длины волны света. Изменение состояния поляризации света после его отражения от поверхности определяется отношением комплексных Френелевских коэффициентов отражения для р- параллельной и s- перпендикулярной к плоскости падения поляризаций света: $\rho = r_p/r_s = \text{tg}\psi \exp(i\Delta)$, где $\text{tg}\psi = |r_p/r_s|$ - отношение амплитудных коэффициентов Френеля, а $\Delta = \delta_p - \delta_s$ - относительный фазовый сдвиг между р- и s- компонентами света. Эллипсометрические углы ψ и Δ - результаты измерения на эллипсометре при угле падения θ и длине волны света λ . Измеренные эллипсометрические углы функционально связаны с оптическими параметрами исследуемой поверхностной структуры (показателями преломления n и поглощения k подложки и пленки, толщины пленки d и т.д.) $\rho(n_s, k_s, n_{f1} \dots n_{fn}, k_{f1} \dots k_{fn}, d_1 \dots d_n, \theta, \lambda) = \text{tg}\psi \exp(i\Delta)$, которые определяются из этих углов с помощью математических вычислений. Для количественной характеристики исследуемой системы или для определения ее неизвестных оптических параметров требуется знание модели этой системы. В большинстве случаев задача решается оптимизационными методами, предусматривающими поиск неизвестных параметров по условию наилучшего совпадения эксперимента и результатов моделирования [2].

В ходе работы было проведено эллипсометрическое исследование пленки кремнезема, полученной золь-гель методом. Измерение однослойной модели проходило в режиме накопления, результаты получены в режиме подгонки. Так же провели измерения для чистого предметного стекла.

Полученные в результате измерения данные вносились в режим программы «Подгонка». В этом режиме можно подобрать оптическую модель, задавая границы измерения для параметров оптической модели, так чтобы совместить на номограмме отображение расчета ψ и Δ для оптической модели и данные, полученные в режиме «Накопление». Если измеряемая структура однослойна, то для данных, полученных в режиме «Накопление», можно рассчитать показатель преломления пленки и ее толщину (N, D), толщину пленки при фиксированном значении показателя (N_{fix}, D), коэффициенты преломления и поглощения подложки (N, K).

Для многослойной оптической модели программа вычисляет эллипсометрические углы ψ и Δ . При этом можно выбрать любые параметры системы, за исключением длины волны, в качестве параметров вариации. Максимальное число параметров вариации два.

В результате исследования были получены следующие данные:

- Толщина полученных пленок варьируется от 1000 до 2000 нм.
- Размеры шариков лежат в диапазоне 250-300 нм.
- Показатель преломления в разрезе в центре шарика близок к 1, наблюдается два слоя разной толщины. Это может означать, что пленка состоит из частиц



различного размера и то, что микросферы кремнезема являются полыми в центре.

Литература

1. Баженов А.В., Горбунов А.В., Алдушин К.А. оптические свойства тонких пленок из плотноупакованных SiO₂-сфер: Физика твердого тела, том 44 вып.6, 2002.-1026 с.
2. Крылова Т.Н., Бохонская И.Ф., Карапетян Г.А. Измерение прозрачных пленок на поверхности стекла эллипсометрическим и спектрофотометрическим методами// Опт. и спектр. – 1980, т.49,вып.4.,стр.802-808.

О.А. Заякин

МЕТОД ТРИАНГУЛЯЦИИ, ВЫВОД ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОЙ ОПТИКИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

В современной индустрии довольно широко применяются методы триангуляции для контроля и измерений геометрических величин. Все усложняющиеся оптические схемы, связанные с применением структурированного освещения, значительно затрудняют вывод функции преобразования. Традиционно эта операция делается с помощью геометрии [1] (у автора есть русский перевод). Это создает сложности при формализации подхода для автоматизации получения искомой функции преобразования [2]. Использование алгебраических методов позволяет преодолеть эти трудности. Однако в инженерной практике эти методы в ряде случаев применять затруднительно из-за недостаточной методической разработки. Как правило, функция преобразования в публикациях приводится без вывода, важные сопутствующие условия также опускаются. Данная работа призвана в какой-то степени помочь в этом деле.

Как принято в оптической триангуляции, наш вывод основан на законах геометрической оптики, при допущении, что и падающий, и отраженный пучки света являются тонкими [3], с. 168. Это означает, что их поперечная ширина не учитывается. В этом случае ход лучей полностью описывается ходом центрального луча, называемого также главной оптической осью пучка.

Рассмотрим оптическую схему триангулятора (см. рис. 1). Пучок света сначала фокусируется источником излучения 1 на контролируемую поверхность 2. Примем, что высота h освещенного локального (точечного) участка контролируемой поверхности отсчитыва-

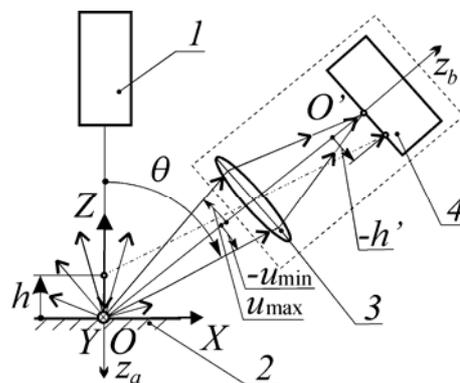


Рис. 1. Схема триангулятора