

ЗАДАЧА СНИЖЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ ДЛЯ ОПТО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ В ЛИТОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Е.Н. Ивашов, М.Ю. Корпачев, П.С. Костомаров

Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ

E-mail: mkorpachev@gmail.com

Основным вопросом при решении задачи представления коллекции изображений на плоскости в литографической технологии является способ построения отображения в двумерное пространство. Подход к отображению состоит в извлечении из изображений каких-либо признаков и размещении изображений в соответствии со значениями признаков для опто- и наноэлектроники (ОНЭ). Так как размерность признаков может в десятки и сотни раз превосходить размерность пространства отображения, то для создания двумерных отображений необходимо применять методы снижения размерности.

Методы снижения размерности обычно подразделяют на линейные и нелинейные. Линейные методы используют дискретный вариант разложения Карунена – Лоэва. В этом методе осуществляется поворот системы координат в исходном пространстве признаков таким образом, чтобы проекции на новые оси – главные компоненты – дисперсия всего множества была максимальна. При этом дисперсия сосредоточена большей частью в первых компонентах, что позволяет рассматривать только их, отбрасывая остальные, что важно для ОНЭ [1]. К нелинейным методам снижения размерности относят методы, с помощью которых производится отображение множества векторов многомерного пространства в пространство малой размерности (как правило, двух- или трёхмерное) с сохранением, по возможности, расстояний между ними. Все подобные методы пытаются минимизировать некоторую функцию потерь, характерную величину рассогласования расстояний между первоначальными и полученными векторами в пространстве малой размерности. В случае если в литографической технологии функцию потерь задают в виде

$$3. \quad \varepsilon = \frac{1}{\sum_{i < j} d_{ij}} \cdot \sum_{i < j}^X \frac{(d_{ij} - d_{ij}^*)^2}{d_{ij}}$$

(здесь d_{ij} и d_{ij}^* - расстояние между объектами i и j , соответственно, в многомерном и двумерном пространстве, N – количество объектов), её называют ошибкой Сэммона, а соответствующий метод снижения размерности называют методом двумерного отображения Сэммона [2].

Задача снижения размерности в литографической технологии на практике реализуется коррекцией оптического эффекта близости в процессе проектирования промежуточных шаблонов с размерами элементов меньше длины волны экспонирующего излучения проекционной установки.



Рис. 1. Фрагмент исходной топологии и фрагмент после травления

Коррекция оптического эффекта близости заключается в проектировании топологии СБИС, которое позволит учесть деструктивное воздействие эффектов дифракции и интерференции, возникающих в проекционных системах, когда размеры элементов меньше « λ »

(рис. 1) [3].

При этом исходная топология моделируется, проводится анализ полученного контура, и в местах несоответствий вводится обратная коррекция, процесс проводится итеративно до достижения заданных

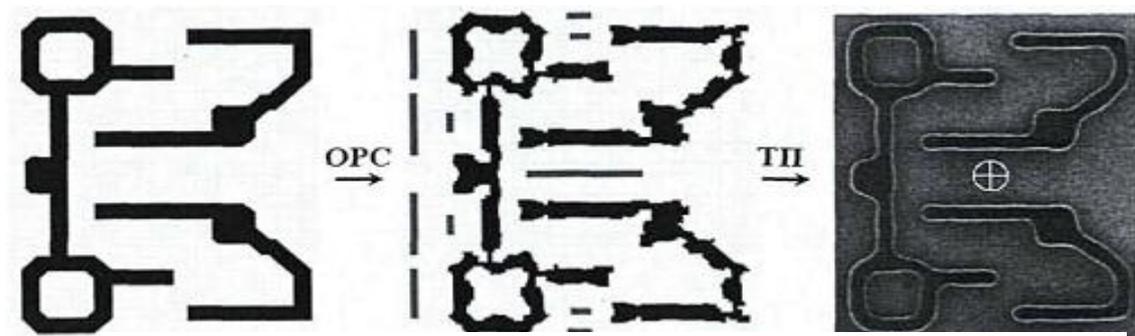


Рис. 2. Фрагмент исходной топологии и фрагмент после травления

параметров (рис. 2) [4].

Введение коррекции оптического эффекта близости невозможно без точных и стабильных методов отображения коллекции изображений в двухмерное пространство.

1. Атлас цветов / Г.П. Вишняк, В.А. Жуков, Э.Г. Певзнер [и др.] – М.: Экспериментальная типография ВНИИ полиграфии, 1986.
2. Фукунага, К. Введение в статистическую теорию распознавания образов /К. Фукунага - М.: Наука, 1979. - 367с.
3. Родионов И.А. Методы коррекции оптических эффектов близости // Научно-технические проблемы и интеллектуальные системы 2007: Сборник трудов 9-ой Всероссийской научно-технической конференции. М. 2007. С. 174-178.
4. Родионов И.А., Макаручук В.В. Коррекция оптических эффектов близости при проектировании микросхем // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. №3. С. 30-32.