

Калибровка модели OPC для повышения разрешающей способности уровня технологии 65 нм

А.В.Колобов^{1,2}, А.В.Кузовков², В.В.Иванов²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Научно-исследовательский институт молекулярной электроники (АО «НИИМЭ»)

Известно, что с уменьшением проектных норм процесс литографии становится всё сложнее [1]. Начиная с определенных размеров, на фоторезистивной маске проявляются эффекты оптической близости (уменьшение длин линий, скругление углов, зависимость размеров полигонов от плотности их расположения). Метод OPC (Optical Proximity Correction) позволяет избавиться от этих эффектов с помощью различных корректировок топологии [1,2].

На сегодняшний день существует несколько подходов к реализации OPC. Традиционно для уровня технологии 65 нм используется метод Model-Based OPC, который основывается на моделировании контура изображения в фоторезисте [3,4]. С помощью данного контура и набора математических вычислений определяются изменения фигур в топологии, необходимые для получения изображения, соответствующего исходному рисунку.

Точность метода OPC будет определяться точностью работы модели, по которой строится изображение контура. Для того, чтобы повысить эту точность, проводится процедура калибровки модели. В данной работе описан процесс калибровки для 65 нм фотолитографии. Он включает в себя:

- Изготовление образца с тестовыми структурами, которые представляют собой фигуры с различными комбинациями размеров и расположений;
- Снятие измерений с тестовых структур;
- Калибровка модели по этим измерениям с использованием САПР.

В работе были определены факторы, влияющие на точность модели: набор измерений, форма модели, оптическая система используемого сканера, стабильность техпроцесса. Для калибровки модели использовались разные наборы данных, отличающиеся количеством измерений, и исследовалось их влияние на точность модели. Наборы данных формировались методом кластерного анализа [5]. Также исследовано влияние упрощения математической модели на её точность. Кроме того, в работе была показана возможность увеличения точности, посредством калибровки по контурам, извлечённым из СЭМ изображений тестовых структур [6]. Результатом работы стала откалиброванная модель, которую впоследствии можно использовать для реализации метода OPC в технологии 65 нм.

Литература

1. Красников Г.Я., Горнев Е.С. Развитие полупроводниковой микроэлектроники ОАО «НИИМЭ и Микрон», история отечественной электроники. В 2-х томах. — М.: 2012.
2. Шелепин Н.А. Особенности суб-100 нанометровых технологий СБИС. В кн.: Международная конференция «Микроэлектроника 2015» Интегральные схемы и микроэлектронные модули: проектирование, производство и применение. Сборник докладов., Алушта 2016. М.: Техносфера, 2016. С. 22 – 30.
3. Christof T. Bodendorf, Ralph E. Schlieff, Ralf Ziebold Impact of measured pupil illumination fill distribution on lithography simulation and OPC models. Proc. SPIE 5377, Optical Microlithography XVII, 1130 (May 28, 2004);
4. Young-Hwa Noh, Sung-Hoon Jang, Won-Tai Ki, Ji-Hyeon Choi, Seong-Woon Choi, Woo-Sung Han Reduction of MDP time through the improvement of verification method. Proc. SPIE 6283, Photomask and Next- Generation Lithography Mask Technology XIII, 62832N (May 20, 2006);
5. Dmitry Vengertsev, Kihyun Kim, Seung Hune Yang, Seongbo Shim, Seongho Moon, Artem Shamsuarov, Sooryong Lee, SeongWoon Choi, Jungdal Choi, Ho-Kyu Kang The new test pattern selection method for OPC model calibration, based on process of clustering in a hybrid space. Proc. SPIE 8522. Photomask Technology 2012, 85221A (December 6, 2012);
6. Yuri Granik Calibration of compact OPC models using SEM contours. Proc. SPIE 5992, 25 annual BACUS Symposium on Photomask Technology, 59921V, (November 05, 2005);