

УДК 621.375.625.315

Д.В. Мягков (6 курс, каф. ТТЭ), Е.Л.Портной к.ф.-м.н. доц.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ФОТОЛИТОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКОГО ФОТОРЕЗИСТА

Интерференционная фотолитография, то есть формирование периодических масок путем засветки фоторезиста интерференционной картиной от когерентного монохроматического источника с последующим проявлением, позволяет получать предельно малые для оптической фотолитографии размеры элементов, что представляет интерес для устройств интегральной оптики, полупроводниковых лазеров с распределенной обратной связью, структур пониженной размерности. Применение этого метода дает возможность в ряде случаев отказаться от электронной литографии, требующей дорогого и сложного оборудования.

Целью данной работы было исследование возможностей получения элементов минимального размера с помощью интерференционной фотолитографии. В процессе исследования эксперименты сочетались с компьютерным моделированием процесса проявления экспонированного фоторезиста. При изготовлении предельно малых элементов их размер становится сравнимым с толщиной фоточувствительного слоя, при этом, за счет образования стоячих световых волн, интерференционная картина в объеме резиста становится довольно сложной и применение компьютерного моделирования позволяет значительно упростить поиск оптимальных параметров засветки и условий проявления фоторезиста.

В этой работе был исследован неорганический фоторезист на основе халькогенидного стекла As_2S_3 имеющий высокое разрешение и высокий контраст проявления, что необходимо для получения предельно малых элементов. Фоточувствительные пленки халькогенидного стекла наносятся испарением в вакууме, что обеспечивает даже на непланарных подложках высокую однородность пленок малой толщины. Необходимые для моделирования параметры неорганического резиста, такие как оптическое поглощение, коэффициент преломления и зависимость скорости растворения в проявителе от дозы экспозиции были получены экспериментально. Особенностью этой зависимости является наличие порога чувствительности, ниже которого скорость растворения практически не зависит от дозы.

При моделировании проявляемый резист разбивается на элементарные ячейки, для каждой из которых, в зависимости от ее координат, определяется доза, полученная при экспозиции резиста. С учетом зависимости скорости растворения от полученной дозы, а также состояния соседних ячеек, определяется время, прошедшее с момента контакта данной ячейки с проявителем до ее полного растворения. На основании этих данных строится профиль проявляемого фоторезиста для заданного момента времени. Рассмотрение профилей резиста в последовательные моменты времени позволяет представить периодические структуры типа дифракционных решеток, а их профили исследованы на сканирующем электроном микроскопе. Сравнение экспериментально полученных профилей с рассчитанными при моделировании показало их хорошее соответствие, что подтверждает адекватность модели реальному процессу.

Учет результатов моделирования позволил изготовить дифракционную решетку с шириной штриха 100 nm.

Предложенная модель может быть применена для исследования процесса формирования сетчатых масок в виде скрещенных решеток, что представляет интерес для создания фотонных кристаллов и получения квантовых точек методом травления квантовой ямы.

При выполнении данной работы большую помощь оказали С.И.Нестеров и Л.А.Серебряков.