

ФОРМИРОВАНИЯ КИНОФОРМНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛИНЗ В ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ГЛУБОКОЙ РЕНТГЕНОЛИТОГРАФИИ

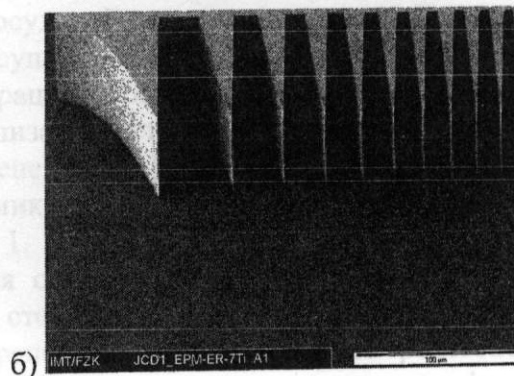
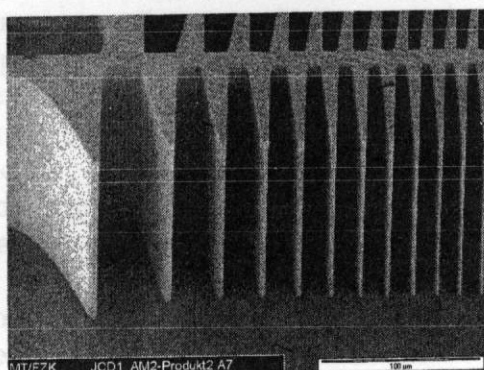
В.Назьмов¹, Л.Шабельников², Ф-Й. Пантенбург¹, Ю.Мор¹, Е.Резникова¹

1) *Институт микроструктурной техники, Научно-исследовательский центр Карлсруэ, Германия*

2) *Институт проблем технологии микроэлектроники РАН, Черноголовка, МО*

Рентгеновские преломляющие полимерные линзы, изготовленные по LIGA-технологии, являются новым шагом в формировании микроструктур, фокусирующих жесткое излучение. Полимерные линзы с планарным киноформным профилем разработаны на основе развитых ранее методов компьютерного моделирования. В их конфигурацию введены коррекции с учетом ухода размеров топологии при формировании микроструктур по всему маршруту, характерному для LIGA-процесса. Изготовленные линзы имеют минимальную ширину параболических сегментов около 2 μm в полимерном слое толщиной 211 μm , что демонстрирует высокие возможности LIGA-технологии с использованием СИ.

Рентгеновские линзы сформированы в слоях позитивного резиста ПММА (Рис.1) и негативного резиста SU-8 (Рис.2), радиационная стойкость которого более чем в 10^3 раз выше, чем для ПММА. Вторичные электроны, рассеяние рентгеновского излучения и рентгенолюминесценция приводят к расширению элементов в форме канавок, характерных для киноформного профиля линзы, и скруглению углов в случае использования ПММА. В случае использования фоторезиста SU-8 происходит их сужение и возникновение нерастворимых перепонки, которые препятствуют проникновению растворителя и вымыванию продуктов растворения. На основе математического моделирования режимов облучения и проявления определены условия формирования микроструктур. Шероховатость поверхности полученных структур не более 0,1 μm для обоих резистов, наклон стенок не превышает 1:1000, что обеспечивает возможности улучшения оптических параметров линз.



Электронномикроскопическое изображение фрагмента рентгеновской линзы, выполненной в различных полимерных слоях: а) ПММА, толщина слоя 211 μm ; б) SU-8, толщина 100 μm .

Назьмов Владимир Петрович, Nazmov@imt.fzk.de
Institut für Mikrostrukturtechnik, Forschungszentrum Karlsruhe, D-76021 Karlsruhe, Germany

ТЕСТИРОВАНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ РЕНТГЕНОЛИТОГРАФИИ

В. Назьмов¹, Й. Роте², Е. Резникова¹, Ю. Мор¹

1) Институт микроструктурной техники, Научно-исследовательский центр Карлсруэ, Германия

2) Институт радиационной защиты, Исследовательский центр Карлсруэ, Германия

Для формирования методом глубокой рентгенолитографии микроструктур с высоким аспектным отношением и топологическими размерами несколько единиц микрометров следует контролировать не только дозу рентгеновского излучения, поглощенного в (поверхности и на дне резистивного слоя, но и уровень рассеянного и рентгенолюминесцентного фона в резистивном слое. Для этого необходимо иметь точные данные о спектральных свойствах компонентов, стоящих на пути пучка СИ: поглощающих фильтрах, рентгеновских масках, рентгеночувствительном полимерном слое (резисте).

На станции „Absorption“, установленной на специализированном источнике синхротронного излучения ANKA, измерена спектральная зависимость пропускания рентгеновского излучения углеродным фильтром, рентгеновской маской, состоящей из набора слоев Au/Ti/Si₃N₄/Be/Si₃N₄, а также негативного фоторезиста SU-8 (Рис.1.). Диапазон измерений – 5...17 кэВ. По данным измерений рассчитаны массовые коэффициенты ослабления спектральных компонентов. Точность измерений от 2% до 20% на разных участках спектра. Расчеты показывают, что ослабление излучения рентгеновской маской лежит в области допустимых погрешностей толщины технологических слоев.

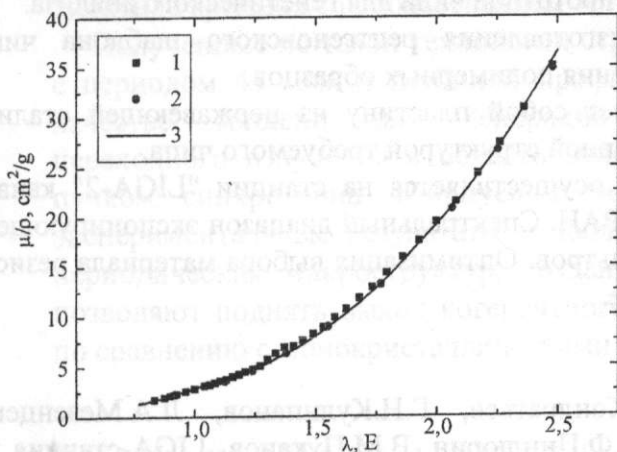


Рисунок 1. Спектральная зависимость массового коэффициента ослабления фоторезиста SU-8 для его различных модификаций: 1) SU-8 (100); 2) SU-8 (5); 3) модельная функция.

Для определения окончательного состава резиста SU-8 предполагается провести дополнительные исследования, в частности, рентгенофлуоресцентный анализ.

Назьмов Владимир Петрович, Nazmov@imt.fzk.de
Institut für Mikrostrukturtechnik, Forschungszentrum Karlsruhe, D-76021, Karlsruhe,
Bundesrepublik Deutschland