

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕГАТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ

**В.Н. Сорокикова**

Основной параметр, характеризующий совершенство и качество фотолитографии, – это воспроизводимое и стабильно получаемое разрешение, или минимальный размер элемента. Основной задачей работы было определение разрешающей способности негативных фоторезистов

Была рассмотрена разрешающая способность негативных фоторезистов ma-N1405 и ma-N 2403.

## 1 Объекты исследования и методика эксперимента

Ma-N 1405 – негативный фоторезист, предназначенный для использования в микроэлектронике и микросистемных технологиях. Резист имеет различную вязкость. Хорошо подходит в качестве маски при сухом и жидкостном травлении, имеет высокую стабильность в кислотных и щелочных растворах, имеет высокую термическую стабильность. Толщина резиста нанесенного при 3000 об/мин составляет 0,5 мкм. Время проявления в ma-D 533/S 15 сек.

ma-N 2403 – негативный фоторезист, предназначенный для использования в микро- и нанoeлектронике. Резист имеет различную вязкость. Хорошо подходит в качестве маски при сухом и жидкостном травлении, имеет хорошую термическую стабильность. Эффективен в ДУФ диапазоне и электронно-лучевой литографии. Имеет высокую разрешающую способность. Толщина резиста нанесенного при 3000 об/мин составляет 0,3 мкм.

Перед нанесением резиста пластины (GaAs) проходят визуальный входной контроль и обработку в органических растворителях в следующей последовательности:

1. Обработка в диметилформамиде 20 мин, ультразвук 2 раза по 1 мин;
2. Обработка в изопропиловом спирте 5 мин, ультразвук 1 раз в течении 1 мин;
3. Промывка в деионизованной воде
4. Сушка: обратная сторона сушится вручную струей сухого азотом, лицевая сторона

на установке центрифугирования SAWATEC SM-180-BT.

Обработка необходима для того, чтобы на пластине не осталось никаких поверхностных загрязнений. Затем пластины прокаливают при температуре 90°C.

Далее на пластину наносится резист на установке SAWATEC SM-180-BT. Затем резистивная пленка экспонируется через специальный фотошаблон SUB-01-030 GateGap топология которого состоит из линий различной ширины в диапазоне 0,35 – 1,45 мкм с шагом 50 нм. Далее резисты проявлялись в проявителях ma-D 533/S ma-N 1405 и TMAN 1:10 ma-N 2403.

Разрешающая способность определяется, как минимальный элемент, воспроизведенный в слое фоторезиста. Контроль и измерение размеров в проявленном слое резиста выполнялись с помощью микроскопа Vistec INM100 при увеличениях 1000x и 1500x (использовалось УФ-излучение).

## 2 Определение разрешающей способности

В ходе эксперимента была определена разрешающая способность негативных фоторезистов ma-N 1405 и ma-N 2403

Для фоторезиста ma-N 1405 было выбрано оптимальное время экспонирования, оно составило 6 сек. На рисунке 2.1 представлены фотографии пленки проявленного фоторезиста, из которых видно, что рисунок начинает формироваться уже при топологическом размере фотошаблона 0,50 мкм, однако минимальный размер в топологии фотошаблона, при котором резист полностью проявился, составил 1,30 мкм. В пленке фоторезиста при этом был получен размер 0.65 мкм.

В таблице 2.1 представлены результаты эксперимента

Таблица 2.1 – Результаты измерений ширины линий

Доза, мДж/см <sup>2</sup>	ma-N 1405		
	b <sub>top</sub> , мкм	b <sub>min</sub> , мкм	Уход размера, мкм
84	1,30	0,65	0,65
	1,40	0,75	0,65

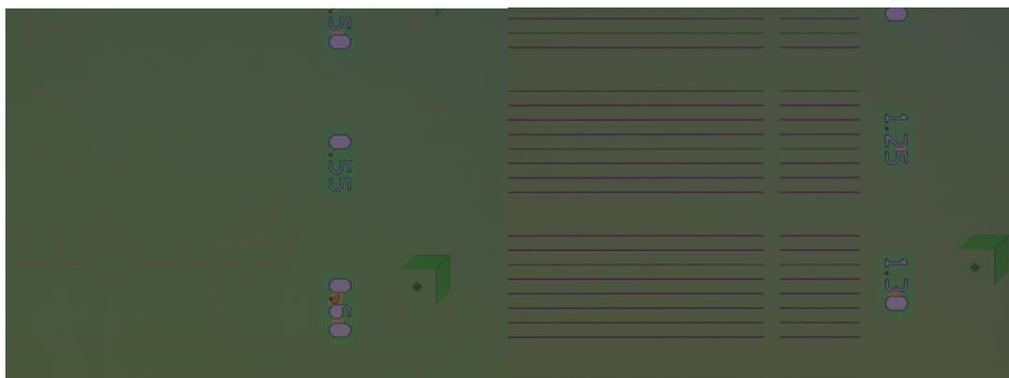


Рисунок 2.1 — Определение разрешающей способности негативного фоторезиста ma-N 1403

Для фоторезиста ma-N 2403 не была определена фотографическая широта, поэтому разрешающая способность определялась при различном времени экспонирования, которое составило 0,3, 0,5, 0,8 и 1 с. На рисунке 2.2 приведены фотографии пленки проявленного резиста, время экспонирования составило 0,3 и 0,5 сек соответственно. Этому времени недостаточно для полного сшивания данного фоторезиста. В процессе проявления часть пленки резиста удаляется в проявителе, и соответственно, толщина пленки значительно уменьшается.

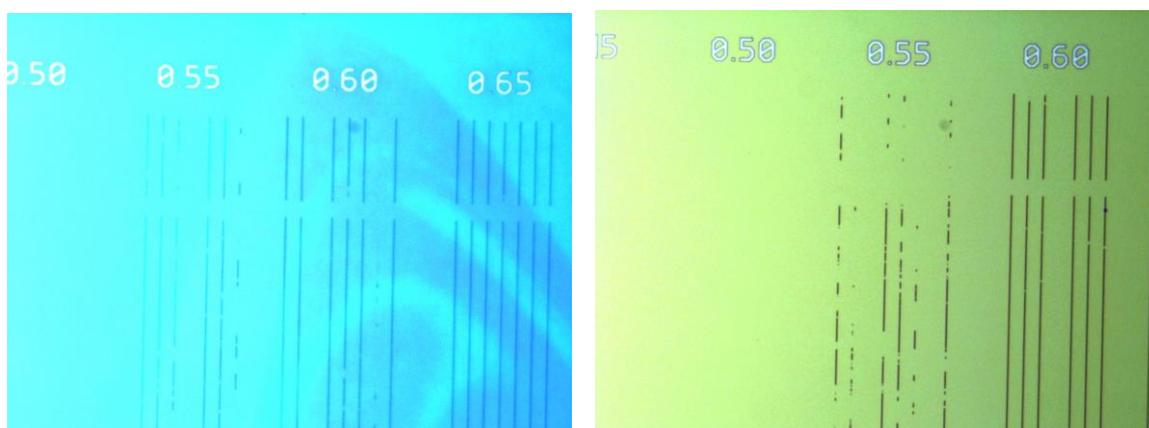


Рисунок 2.2 — Формирование рисунка в слое негативного фоторезиста ma-N 2403, время экспонирования 0,3 и 0,5 сек соответственно.

Полученные результаты для всего диапазона экспонирования представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Результаты измерений размеров рисунка при различных временах экспонирования

Доза, мДж/см <sup>2</sup> / t <sub>эксп</sub> , с	ma-N 2403		
	b <sub>топ</sub> , мкм	b <sub>min</sub> , мкм	Уход размера, мкм
1,5/0,3	-	-	-
2,5/0,5	-	-	-
4,0/0,8	0,75	0,50	0,25
5,0/1,0	0,80	0,55	0,25

При экспонировании в течении 0,8 с минимальный размер рисунка составил 0,50 мкм, при топологическом размере фотошаблона 0,75 мкм.

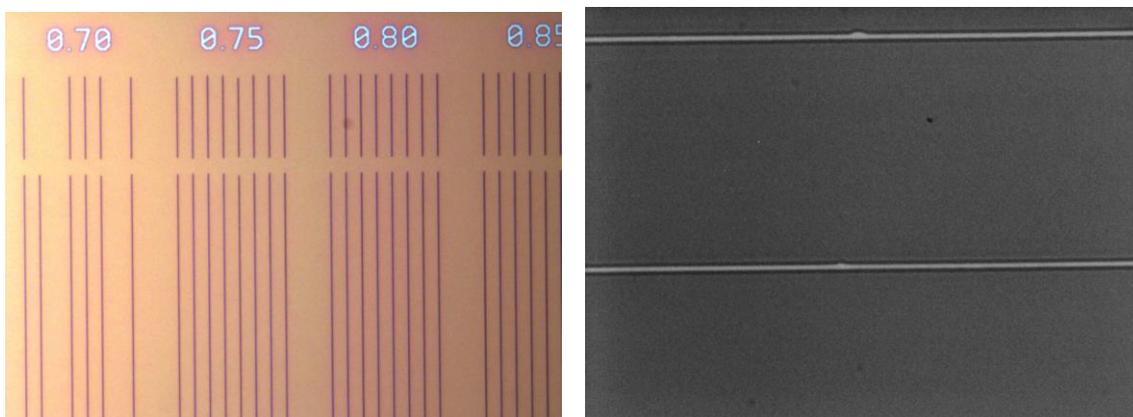


Рисунок 2.3 - Определение разрешающей способности негативного фоторезиста ma-N 2403, время экспонирования 0,8 сек.

И при экспонировании в течении 1 с, как видно из таблицы 2.2, минимальный размер в слое фоторезиста получен при большем размере в фотошаблоне.

Таким образом для негативного фоторезиста ma-N 2403 оптимальная доза облучения составила 4 мДж/см<sup>2</sup>. Минимальный размер изображения, полученного в данном фоторезисте, составил 0,50 мкм.

Можно сделать вывод, что разрешающая способность негативного фоторезиста ma-N 1405 хуже, чем у фоторезиста ma-N 2403.

Таким образом, разрешающая способность негативных фоторезистов составила для ma-N 1405 0,65 мкм и для ma-N 2403 0,50 мкм. Однако необходимо при разработке топологии учесть изменение размеров рисунка.

#### Список используемых источников

1. Основы фотолитографии: Учеб. пособие/ Е.Н. Гудымович, Н.А. Гавриленко. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. - 182 с.
2. Моро, У. Микролитография: в 2-х ч. Ч 1: Пер. С англ./ У. Моро. - М.: Мир, 1990. - 605 с.
3. Моро, У. Микролитография: в 2-х ч. Ч 2: Пер. С англ./ У. Моро. - М.: Мир, 1990. - 632 с.
4. Технология СБИС: Учеб. пособие/ Т.И. Данилина, В.А. Кагадей. Томск: Изд-во Том. ун-та сист. упр. и радиоэл., 2007. - 285 с.