

06;07;12

## **Изменение молекулярной структуры резиста на основе метилметакрилата и метакриловой кислоты при модификации ультразвуком**

© В.И. Тригуб, А.В. Плотнов

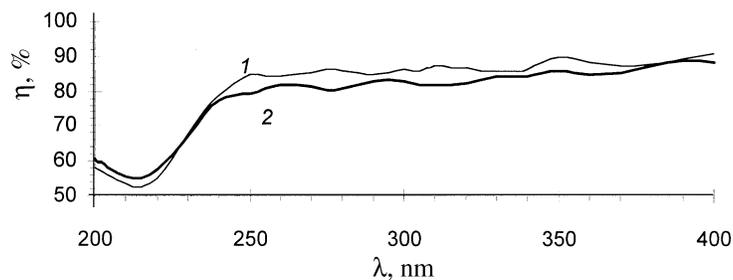
Нижегородский государственный технический университет

Поступило в Редакцию 20 ноября 2001 г.

Приведены результаты экспериментальных исследований резиста на основе сополимера метилметакрилата с метакриловой кислотой, модифицированного ультразвуком мощностью  $300 \text{ W/m}^2$  с частотой 21 кГц. На основе результатов УФ- и ИК-спектроскопии показано, что ультразвуковая модификация резиста способствует образованию двойных связей  $\text{C}=\text{O}$  и повышению чувствительности в области  $260 \div 360 \text{ nm}$ .

Современное развитие электроники привело к необходимости создания литографических процессов, обеспечивающих повышенную разрешающую способность, которая может быть осуществлена использованием более коротковолнового ультрафиолетового (УФ) излучения в области  $260 \div 360 \text{ nm}$ , по сравнению с традиционной  $350 \div 420 \text{ nm}$  [1]. Для реализации нового типа литографии необходима разработка высокочувствительных к УФ-излучению фоторезистов, что обеспечит высокую технологическую производительность процесса экспонирования. Соплимеры метилметакрилата с метакриловой кислотой (ММА–МАК) обладают высокой чувствительностью к ультрафиолету в диапазоне  $260 \div 360 \text{ nm}$ . Причем высокая световая чувствительность данного резиста обусловлена присутствием карбоксильной группы  $\text{C}=\text{O}$  [2].

Цель данной работы — экспериментальное исследование возможности образования двойных связей  $\text{C}=\text{O}$  в резисте на основе ММА–МАК под воздействием ультразвука в атмосфере воздуха. Двойные связи  $\text{C}=\text{O}$  обуславливают поглощение электромагнитного излучения в ультрафиолетовой области спектра  $260 \div 360 \text{ nm}$  [2]. В работе приводятся результаты модификации сополимера ММА–МАК ультразвуком с частотой 21 кГц. Для генерации ультразвука использовался генератор

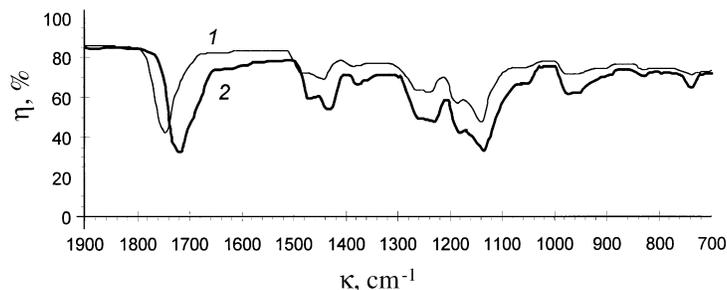


**Рис. 1.** УФ-спектр пропускания пленки сополимера MMA–МАК: 1 — до модификации ультразвуком; 2 — после модификации ультразвуком.

звука ГЗ-33. В качестве излучателя использовался магнитострикционный вибратор. Мощность, подводимая к вибратору, 1.2 W. Резист наносился в виде капель на сапфировую и кремниевую (КДБ-4) подложки. Модификация резиста ультразвуком осуществлялась в течение 15 min, после чего формировалась пленка методом центрифугирования, при скорости вращения центрифуги 2500 rev./min. Затем пленки резиста подвергались термообработке в конвекционной печи при температуре 160°C в течение 30 min [3]. Оценочная интенсивность ультразвуковой модификации резиста составила 300 W/m<sup>2</sup>.

Изменение свойств в пленках модифицированных резистов отслеживалось по изменениям спектров УФ- и ИК(инфракрасного)-пропускания. Спектры пропускания записывались на двухканальном спектрометре ИКС-22 в диапазоне от 1900 до 700 см<sup>-1</sup> и спектрометре СФ-26 в диапазоне от 200 до 400 nm. Толщина пленок резиста контролировалась с помощью микроинтерферометра МИИ-4 с точностью ±15 nm и составляла ~ 1 μm. Спектры УФ- и ИК-пропускания пленок резистов приведены на рис. 1 и 2 соответственно. Спектры пропускания резиста до модификации ультразвуком сравнивались со спектрами этого же резиста после модификации. Изменение оптических свойств модифицированных ультразвуком пленок MMA–МАК наблюдалось в ИК-области спектра (рис. 2), где расположены полосы поглощения, соответствующие колебаниям химических связей: C=O, C–O.

Из спектров ИК-пропускания видно, что для модифицированной пленки MMA–МАК увеличение поглощения в области 1700 см<sup>-1</sup>



**Рис. 2.** ИК-спектр пропускания пленки сополимера MMA–МАК: 1 — до модификации ультразвуком; 2 — после модификации ультразвуком.

может означать увеличение  $C=O$  групп в данном сополимере [4]. Полоса поглощения  $1700\text{ cm}^{-1}$  связана с колебаниями карбонильной группы  $C=O$  [5].

Кроме того, из рис. 1 следует, что повысилась чувствительность резиста MMA–МАК к световому излучению в диапазоне длин волн от 260 до 360 nm после его модификации ультразвуком, что также можно связать с образованием  $C=O$ .

Таким образом, модификация пленок резиста MMA–МАК ультразвуком с интенсивностью  $300\text{ W/m}^2$  и частотой 21 kHz в атмосфере воздуха приводит к окислению резиста и, как следствие, к повышению его чувствительности к ультрафиолетовому излучению в диапазоне  $260 \div 360\text{ nm}$ .

## Список литературы

- [1] Таруи Я. Основы технологии СБИС. М.: Радио и связь, 1985. 480 с.
- [2] Вайнер А.Я., Якименко А.Н., Лиманов В.Ф. и др. // Микроэлектроника. 1984. Т. 13. № 4. С. 311–314.
- [3] Моро У. Микролитография. Ч. 1. М.: Мир, 1990. 605 с.
- [4] Тарутина Л.И., Позднякова Ф.О. Спектральный анализ полимеров. Л.: Химия, 1986. 248 с.
- [5] Комаров Ф.Ф., Леонтьев А.В., Новиков А.П. // Микроэлектроника. 1989. Т. 18. № 3. С. 212–214.